

**PENDEKATAN *MIXED GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION*
UNTUK PEMODELAN PERTUMBUHAN EKONOMI MENURUT
KABUPATEN/KOTA DI JAWA TENGAH**



SKRIPSI

Disusun Oleh:

PRATAMA GANANG WIDAYAKA

24010212120018

**DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2016

**PENDEKATAN *MIXED GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION*
UNTUK PEMODELAN PERTUMBUHAN EKONOMI MENURUT
KABUPATEN/KOTA DI JAWA TENGAH**

Disusun Oleh:

PRATAMA GANANG WIDAYAKA

24010212120018

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada
Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro

**DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2016

HALAMAN PENGESAHAN I

Judul Skripsi : Pendekatan *Mixed Geographically Weighted Regression* untuk
Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi Menurut Kabupaten/Kota di
Jawa Tengah.

Nama : Pratama Ganang Widayaka

NIM : 24010212120018

Departemen : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir dan dinyatakan lulus pada tanggal 12
Agustus 2016

Semarang, Agustus 2016

Mengetahui,

Ketua Departemen Statistika
Fakultas Sains dan Matematika Undip



Dra. Evi Ispriyanti, M.Si.
NIP. 195709141986032001

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir
Ketua,

Dr. Tarno, M.Si.
NIP. 196307061991021001

HALAMAN PENGESAHAN II

Judul Skripsi : Pendekatan *Mixed Geographically Weighted Regression* untuk
Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi Menurut Kabupaten/Kota di
Jawa Tengah.

Nama : Pratama Ganang Widayaka

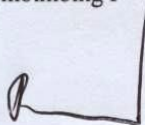
NIM : 24010212120018

Departemen : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 12 Agustus 2016

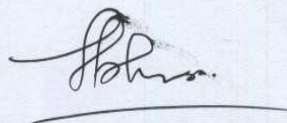
Semarang, Agustus 2016

Pembimbing I



Prof. Drs. Mustafid, M.Eng, Ph.D
NIP. 195505281980031002

Pembimbing II



Rita Rahmawati, S.Si, M.Si
NIP. 198009102005012002

KATA PENGANTAR

Puji syukur bagi Allah SWT atas rahmat, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul **“Pendekatan *Mixed Geographically Weighted Regression* untuk Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Tengah”**. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Hj. Dwi Ispriyanti, M.Si selaku Ketua Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Bapak Prof. Drs. Mustafid, M.Eng, Ph.D selaku dosen pembimbing I dan Ibu Rita Rahmawati, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing II.
3. Bapak Ibu Dosen Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
4. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan pada Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saran dan kritik dari semua pihak yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan selanjutnya.

Semarang, Agustus 2016

Penulis

ABSTRAK

Model regresi global yang memiliki keberagaman variansi dari residual pada setiap wilayah menyebabkan asumsi non-homoskedastisitas tidak terpenuhi. Keberagaman faktor letak geografis menyebabkan terjadinya heterogenitas spasial. *Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan pengembangan dari regresi linier dengan melibatkan keberagaman faktor letak geografis, sehingga parameter yang dihasilkan akan bersifat lokal. Model GWR tidak mampu memodelkan kombinasi pengaruh lokal dan global dalam sebuah model. Pengembangan model GWR dengan mempertimbangkan pengaruh lokal dan global secara bersamaan disebut dengan model *Mixed* GWR. Penelitian ini, model *Mixed* GWR digunakan untuk mengestimasi model Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dengan dipengaruhi variabel independen yaitu Pendapatan Asli Daerah (PAD/ X_1), variabel jumlah tenaga kerja(JAK/ X_2), indeks pembangunan manusia(IPM/ X_3), tingkat pengangguran terbuka (TPT/ X_4) dan upah minimum regional(UMR/ X_5). *Mixed* GWR memodelkan variabel yang bersifat lokal dan variabel yang bersifat global. Metode untuk mengestimasi parameter model MGWR menggunakan *Weighted Least Square* (WLS). Bobot model yang sesuai didapatkan dengan menduga nilai *bandwidth* yang optimal dengan menggunakan metode acuan *Cross Validation* (CV) yang minimum. Model MGWR dengan pembobot fungsi kernel *adaptive* eksponensial pada Produk Domestik Regional Bruto di kabupaten/kota di Jawa Tengah menghasilkan variabel JAK, IPM dan TPT mempunyai sifat kelokalan suatu wilayah yang signifikan terhadap model kemudian PAD memiliki sifat global yang signifikan terhadap model. Untuk mengetahui tingkat kesalahan model digunakan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC).

Kata kunci: *Akaike Information Criterion, Bandwidth, Cross Validation, Fungsi Kernel Adaptive Exponential, Mixed Geographically Weighted Regression, Weighted Least Square.*

ABSTRACT

Global regression models with a multitude of residual variance in each region causing non-homoskedastisitas assumptions are not met. The diversity of the geographic location factors causing spatial heterogeneity. Geographically Weighted Regression (GWR) is a development of linear regression by involving diverse factors geographical location, so that the parameters generated will be local. GWR model is not able to model the combination of local and global influences in a model. So the purpose of forming a GWR Mixed models are able to establish a model GWR with local and global influences simultaneously. GWR Mixed Model is used to estimate the model Gross Regional Domestic Product (GRDP). As independent variables that influence is revenue (PAD/ X_1), a variable amount of labor (JAK/ X_2), the human development index (HDI/ X_3), unemployment rate (TPT/ X_4) and the regional minimum wage (UMR/ X_5). Mixed GWR model the variables that are local and which are global variables. Methods for estimating model parameters MGWR using Weighted Least Square (WLS). Weights obtained the appropriate model to estimate the optimal bandwidth by using the reference method Cross Validation (CV) is a minumum. MGWR models with adaptive exponential kernel function weighting on Gross Domestic Product in the districts / cities in Central Java to produce variable JAK, IPM and TPT have the nature of the locality an area that is significant to the later model PAD have a global nature that sigbifikan against the model. To mengengetahui error rate value model is used Akaike Information Criterion (AIC).

Keywords: Akaike Information Criterion, Bandwidth Cross Validation, Fungsi Kernel Gaussian, Mixed Geographically Weighted Regression, Weighted Least Square.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMANAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN I	ii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan.....	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pertumbuhan Ekonomi.....	6
2.2 Faktor-Faktor Pertumbuhan Ekonomi	7
2.2.1 Investasi.....	7
2.2.2 Jumlah Tenaga Kerja.....	8
2.2.3 Indeks Pembangunan Manusia	9
2.2.4 Upah Minimum Regional	10
2.2.5 Tingkat Pengangguran Terbuka	11
2.3 Regresi Global.....	11
2.3.1 Estimasi Parameter Model Regresi Linier.....	13
2.3.2 Uji Hipotesis dalam Regresi Global	15
2.3.3 Koefisien Determinasi (R^2)	17

2.3.4	Asumsi Klasik dalam Analisis Regresi Global	17
2.4	<i>Geographically Weighted Regression</i> (GWR)	22
2.4.1	Estimasi Parameter Model GWR	23
2.4.2	Pembobotan Model GWR.....	25
2.4.3	Pengujian Model GWR	28
2.4.4	Pengujian Asumsi Model GWR	32
2.5	<i>Mixed Geographically Weighted Regression</i> (MGWR).....	33
2.5.1	Estimasi Parameter Model <i>Mixed</i> GWR	35
2.5.2	Pengujian Hipotesis Model <i>Mixed</i> GWR	37
2.6	<i>Akaike Information Criterion</i>	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Jenis dan Sumber Data	43
3.2	Variabel Penelitian.....	44
3.3	Metode Penelitian	45
3.4	Diagram Alir Analisis Data	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Analisis Regresi Global.....	49
4.1.1	Uji Signifikansi dalam Regresi Global	50
4.1.2	Uji Asumsi Residual Regresi Global	52
4.2	Model <i>Geographically Weighted Regression</i>	54
4.2.1	Pengujian Kesesuaian Model GWR (<i>goodness of fit</i>)	57
4.2.2	Pengujian Pengaruh Lokasi Secara Parsial.....	58
4.2.3	Uji Parsial Parameter Model GWR	59
4.2.4	Pengujian Asumsi Model GWR	60
4.3	Model <i>Mixed</i> GWR PDRB Kabupaten/Kota Jawa Tengah	62
4.3.1	Pengujian Kesesuaian Model <i>Mixed</i> GWR	63
4.3.2	Pengujian Serentak Parameter Model <i>Mixed</i> GWR	65
4.3.3	Pengujian Parsial Parameter model <i>Mixed</i> GWR	66
4.4	Interpretasi Model dan Pemilihan Model Terbaik	68
BAB V KESIMPULAN		71
DAFTAR PUSTAKA		72

LAMPIRAN	74
-----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Daerah Penolakan Durbin Watson	20
Gambar 2 Diagram Alir Metodologi Penelitian	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Struktur Data Observasi Regresi Linier	12
Tabel 2 Analisis Varian Model Regresi	16
Tabel 3 Aturan Keputusan Uji Durbin Watson.....	20
Tabel 4 Struktur Data Observasi Model GWR	23
Tabel 5 Variabel Data Penelitian.....	45
Tabel 6 Tabel Anova.....	50
Tabel 7 Uji Parameter Model Regresi Global.....	51
Tabel 8 Uji Kolmogorov-Smirnov	52
Tabel 9 Analisis Heteroskedastisitas	53
Tabel 10 Nilai VIF Multikolinieritas.....	53
Tabel 11 Nilai Bandwidth untuk Setiap Lokasi	55
Tabel 12 Nilai Koefisien Parameter $\hat{\beta}(u_i, v_i)$ model GWR.....	56
Tabel 13 F1 Uji Kesesuaian Model GWR	57
Tabel 14 F2 Uji Kesesuaian Model GWR	58
Tabel 15 F3 Uji Faktor Geografis Pada Setiap Koefisien Beta GWR	59
Tabel 16 Uji Parameter Model GWR pada Kabupaten Cilacap	59
Tabel 17 Uji Kenormalan Residual GWR	60
Tabel 18 Analisis Heterogenitas Spasial	61
Tabel 19 Nilai VIF Variabel Independen untuk Kabupaten Cilacap	62
Tabel 20 Nilai Koefisien Parameter $\hat{\beta}_l(u_i, v_i)$ dan $\hat{\beta}_g$ model GWR.....	64
Tabel 21 Uji Kesesuaian Model <i>Mixed</i> GWR	65
Tabel 22 Uji Serentak Parameter Global <i>Mixed</i> GWR.....	65
Tabel 23 Uji Serentak Parameter Lokal <i>Mixed</i> GWR	66
Tabel 24 Ringkasan Statistik Parameter Global <i>Mixed</i> GWR.....	67
Tabel 25 Ringkasan Pengujian Parameter Lokal <i>Mixed</i> GWR Kab. Cilacap	67
Tabel 26 Ringkasan Statistik Parameter Lokal <i>Mixed</i> GWR	68
Tabel 27 Hasil Perbandingan Regresi Global GWR dan <i>Mixed</i> GWR.....	69

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Struktur Data Penelitian.....	73
Lampiran 2 Hasil Uji Regresi Global dan Uji Normalitas <i>Error</i>	75
Lampiran 3 Output Model GWR.....	77
Lampiran 4 Output Model MGWR dan Estimasi Parameter Model MGWR.....	84
Lampiran 5 Output Mixed GWR: Estimasi Parameter Model <i>Mixed</i> GWR	86
Lampiran 6 Sintaks Program <i>Mixed</i> GWR	87

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisis regresi adalah suatu analisis statistik yang memodelkan hubungan antara dua variabel atau lebih. Analisis ini digunakan untuk melihat ketergantungan satu variabel dependen pada satu atau lebih variabel independen. Untuk memodelkan regresi dapat digunakan metode regresi linier atau metode regresi linier klasik (*Ordinary Linier Regression*). Analisis Regresi mengasumsikan bahwa taksiran dari parameter regresi bernilai sama untuk setiap lokasi pengamatan atau berlaku secara global (Drapper dan Smith, 1992).

Dalam *Ordinary Linier Regression* terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi yaitu normalitas, non autokorelasi, non multikolinieritas dan homoskedastisitas. Namun *Ordinary Linier Regression* tidak bisa diterapkan untuk memodelkan data yang dipengaruhi oleh aspek spasial atau kondisi geografis pengamatan yang beragam. Menerapkan analisis regresi klasik (*Ordinary Linier Regression*) di dalam penelitian yang menyertakan perbedaan kondisi geografis menyebabkan tidak terpenuhinya homoskedastisitas sehingga memunculkan terjadinya heterogenitas spasial. Salah satu masalah yang menyertakan aspek spasial adalah pemodelan kasus pertumbuhan ekonomi.

Kenyataannya kondisi pertumbuhan ekonomi wilayah yang diamati tidak sama, karena adanya faktor geografis, keadaan sosial budaya, maupun hal lainnya

yang melatarbelakangi kondisi yang diteliti. Perbedaan ini sangat memungkinkan munculnya heterogenitas spasial. Untuk mengatasi munculnya heterogenitas spasial pada parameter, regresi OLS (*Ordinary Least Square*) dikembangkan menjadi *Geographically Weighted Regression* (GWR). Pada GWR, parameter regresi diasumsikan bervariasi secara spasial. Melalui penggunaan GWR dapat diketahui variasi spasial dalam nilai dugaan parameter, sehingga interpretasi yang berbeda dan berharga dapat diperoleh untuk semua titik yang diteliti (Isbiyantoro, *et al*, 2011)

Pada saat pengujian parameter independen GWR ada beberapa variabel yang tidak signifikan atau tidak mempunyai pengaruh lokasi, namun bila dikaji lebih lanjut ternyata variabel-variabel ini ada yang berpengaruh secara global. Maka dari itu dikembangkan lagi metode *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) yang dikembangkan oleh Fotheringham, *et al*. (2002). Model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) merupakan gabungan dari model regresi linier global dengan model GWR. Sehingga dengan model *Mixed GWR* dihasilkan estimator parameter yang sebagian bersifat global dan sebagian yang lain bersifat lokal sesuai dengan lokasi pengamatan data (Purhadi dan Yasin, 2012). Estimasi parameter yang digunakan dalam *Mixed GWR* tidak berbeda dengan GWR yaitu menggunakan *Weighted Least square* (WLS) (Fotheringham, *et al*, 2002).

Pemodelan pertumbuhan ekonomi untuk setiap Kabupaten/Kota di Jawa Tengah menggunakan variabel Produk Domestik Regional Broto (PDRB) dengan model *Geographically Weighted Regression* ini telah dipergunakan oleh

Isbiyantoro, *et al.* (2011), dengan menggunakan variabel Jumlah Angkatan Kerja, Upah Minimum Regional dan Jumlah Pasar. Data penelitian tersebut tersusun atas beberapa sektor wilayah di Jawa Tengah. Metode ini digunakan karena variabelnya tersusun atas beberapa sektor wilayah di Jawa Tengah memiliki karakteristik yang berbeda-beda yang mengakibatkan terjadinya heterogenitas spasial antar wilayahnya. Sehingga untuk mengatasi munculnya heterogenitas spasial pada parameter regresi OLS (*Ordinary Least Square*) maka digunakan model *Georaphically Weighted Regression* (GWR).

Pertumbuhan ekonomi adalah proses dimana terjadi kenaikan produk nasional bruto Regional atau pendapatan nasional Regional. Jadi perekonomian dikatakan tumbuh atau berkembang bila terjadi pertumbuhan output Regional. Definisi pertumbuhan ekonomi yang lain adalah bahwa pertumbuhan ekonomi terjadi bila ada kenaikan output per kapita. Pertumbuhan ekonomi menggambarkan kenaikan taraf hidup diukur dengan output regional per orang (Boediono, 1999).

Terdapat tiga faktor yang berpengaruh dalam pertumbuhan ekonomi suatu daerah, yaitu 1. Akumulasi Modal, 2. Pertumbuhan Penduduk, 3. Kemajuan Teknologi (Todaro dan Stephen, 2006). Pada penelitian ini, faktor yang pertama yaitu komponen akumulasi modal dapat diwakili oleh faktor pendapatan asli daerah. Pendapatan asli daerah merupakan persediaan modal fisik yang besar sebagai hasil dari rasio investasi yang tinggi akan membawa pada PDRB yang tinggi. Investasi yang tinggi juga cenderung membawa pada pendapatan yang tinggi. Sehingga penambahan Pendapatan Asli Daerah akan memperngaruhi

pertumbuhan ekonomi yang meningkat. Faktor yang kedua yaitu pertumbuhan penduduk dapat diwakili oleh pengaruh Jumlah Angkatan Kerja dan Tingkat Pengangguran Terbuka. Faktor yang ketiga kemajuan teknologi dapat diwakili oleh variabel Indeks Pembangunan Manusia dan Upah Minimum Regional.

Pertumbuhan ekonomi di Jawa Tengah untuk setiap kabupaten/kota dipengaruhi oleh beberapa variabel Pendapatan Asli Daerah (PAD), variabel jumlah tenaga kerja, indeks pembangunan manusia, presentase pengangguran terbuka dan upah minimum regional yang memiliki keberagaman berbeda-beda sehingga akan mengakibatkan munculnya asumsi heterogenitas spasial dalam pemodelan *Ordinary Linier Regression*. Pada model tersebut diasumsikan terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi secara global atau keseluruhan Provinsi Jawa Tengah dan secara lokal untuk tiap lokasinya pada wilayah kabupaten/kota di Jawa Tengah. *Ordinary Linier Regression* tidak mampu untuk memodelkan fenomena tersebut, maka di dalam penulisan ini, metode *Mixed GWR* dengan fungsi pembobot *adaptive exponential* kernel akan diaplikasikan untuk menyelidiki variabel-variabel yang berpengaruh terhadap penentuan nilai PDRB di wilayah Jawa Tengah dengan memperhatikan letak daerahnya untuk mengestimasi parameter modelnya.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang terdapat dalam penelitian ini adalah bagaimana mengatasi masalah heterogenitas spasial pada regresi global menggunakan model *Geographically Weighted Regression* (GWR) serta bagaimana memperbaiki

model *Geographically Weighted Regression* yang memiliki kombinasi sifat pengaruh lokal untuk setiap lokasi amatan dan sifat global terhadap seluruh lokasi amatan sehingga apakah model *Mixed Geographically Weighted Regression* merupakan model yang tepat?

1.3 Batasan Masalah

Masalah yang dibahas dalam penelitian ini dibatasi pada pemilihan model yang sesuai untuk memodelkan Pendapatan Asli Daerah (PAD), variabel jumlah tenaga kerja, indeks pembangunan manusia, persentase pengangguran terbuka dan upah minimum regional terhadap variabel PDRB menurut Kabupaten/Kota Jawa Tengah pada tahun 2011 hingga 2013 dengan menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* dan *Mixed Geographically Weighted Regression*.

1.4 Tujuan

Membentuk model *Mixed GWR* dengan variabel yang bersifat lokal dan global dalam estimasi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Sebagai variabel independen yang mempengaruhinya adalah pengaruh Pendapatan Asli Daerah (PAD), variabel jumlah tenaga kerja, indeks pembangunan manusia, persentase pengangguran terbuka dan upah minimum regional.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pertumbuhan Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi adalah proses kenaikan output per kapita dalam jangka panjang (Boediono, 1999). Tekanannya pada tiga aspek, yaitu proses, output per kapita dan jangka panjang. Dengan melihat aspek dinamis dari suatu perekonomian. Jadi, pertumbuhan ekonomi mengukur prestasi dari perkembangan suatu perekonomian. Dari suatu periode ke periode lainnya kemampuan suatu negara untuk menghasilkan barang dan jasa akan meningkat (Sukirno, 2011). Kemampuan yang meningkat ini disebabkan oleh pertambahan faktor-faktor produksi, baik dalam jumlah maupun kualitasnya. Investasi akan menambah barang modal dan teknologi yang digunakan juga makin berkembang. Di samping itu tenaga kerja bertambah sebagai akibat perkembangan penduduk seiring dengan meningkatnya pendidikan dan keterampilan mereka.

Pertumbuhan ekonomi diartikan sebagai kenaikan Produk Domestik Regional Bruto atau Produk Nasional Bruto tanpa memandang apakah kenaikan tersebut lebih besar atau lebih kecilnya kenaikan PDRB dari tingkat pertumbuhan penduduk atau apakah perubahan struktur ekonomi terjadi atau tidak (Arsyad, 1999). Tujuan kebijakan ekonomi adalah menciptakan kemakmuran. Salah satu ukuran kemakmuran terpenting adalah pendapatan. Menurut Tarigan (2005), suatu wilayah dikatakan mengalami pertumbuhan ekonomi apabila terjadi pertambahan

pendapatan masyarakat secara keseluruhan yang terjadi di wilayah tersebut. Agar dapat melihat pertambahan dari satu kurun waktu ke kurun waktu berikutnya maka PDRB yang digunakan adalah PDRB dalam harga konstan.

2.2 Faktor-Faktor Pertumbuhan Ekonomi

Setelah mengkaji beberapa sumber, didapatkan kesimpulan bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi, yaitu:

2.2.1 Investasi

Pengertian investasi mencakup investasi barang-barang tetap pada perusahaan (*business fixed investment*), persediaan (*inventory*) serta perumahan (*residential*). Investasi merupakan salah satu komponen yang penting dalam *Growth National Product* (Nopirin, 2011). Investasi juga mempunyai peranan penting dalam permintaan agregat. Pertama, biasanya pengeluaran investasi lebih tidak stabil dibandingkan dengan pengeluaran konsumsi sehingga fluktuasi investasi dapat menyebabkan resesi. Kedua, investasi sangat penting bagi pertumbuhan ekonomi serta perbaikan dalam produktivitas tenaga kerja.

Menurut Mankiw (2006), investasi mengacu pada pengeluaran untuk perluasan usaha dan peralatan baru, dan hal itu menyebabkan persediaan modal bertambah. Sedangkan persediaan modal adalah determinan output perekonomian yang penting karena persediaan modal bisa berubah sepanjang waktu, dan perubahan itu bisa mengarah ke pertumbuhan ekonomi. Kuncoro (2006) menambahkan bahwa persediaan modal fisik yang besar sebagai hasil dari rasio

investasi yang tinggi akan membawa pada PDRB yang tinggi. Investasi yang tinggi juga cenderung membawa pada pendapatan yang tinggi.

2.2.2 Jumlah Tenaga Kerja

Menurut Sukirno (2011), penduduk yang bertambah dari waktu ke waktu dapat menjadi pendorong maupun penghambat kepada perkembangan ekonomi. Penduduk yang bertambah akan memperbesar jumlah tenaga kerja dan penambahan tersebut memungkinkan negara itu menambah produksi. Meski demikian hal tersebut masih dipertanyakan apakah benar laju pertumbuhan penduduk yang cepat benar-benar akan memberikan dampak positif atau negatif terhadap perkembangan ekonominya. Arthur Lewis dalam Boediono (1999), mengatakan bahwa proses pertumbuhan ekonomi terjadi apabila tenaga kerja bisa dipertemukan dengan kapital.

Pengaruh positif atau negatif dari pertumbuhan pertambahan tenaga kerja tergantung pada kemampuan sistem perekonomian daerah tersebut dalam menyerap dan secara produktif memanfaatkan pertambahan tenaga kerja tersebut. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh tingkat dan jenis akumulasi modal dan tersedianya input dan faktor penunjang seperti kecakapan manajerial dan administrasi. Menurut BPS, penduduk usia kerja dibagi menjadi dua golongan yaitu yang termasuk angkatan kerja dan yang termasuk bukan angkatan kerja.

Penggolongan usia kerja di Indonesia mengikuti standar internasional yaitu usia 15 tahun atau lebih. Angkatan kerja sendiri terdiri dari mereka yang aktif bekerja dan mereka yang sedang mencari pekerjaan. Mereka yang sedang mencari pekerjaan itulah yang dinamakan sebagai pengangguran terbuka.

Sedangkan yang termasuk dalam kelompok bukan angkatan kerja adalah mereka yang masih bersekolah, ibu rumah tangga, pensiunan dan lain-lain. Secara tidak langsung jumlah angkatan kerja yang bekerja merupakan gambaran kondisi dari lapangan kerja yang tersedia. Semakin besar lapangan kerja yang tersedia maka akan semakin banyak angkatan kerja yang terserap. Dengan terserapnya angkatan kerja maka total produksi di suatu daerah akan meningkat.

Jumlah angkatan kerja dalam suatu negara atau daerah pada waktu tertentu tergantung dari jumlah penduduk usia kerja. Perbandingan antara angkatan kerja dan penduduk usia kerja disebut tingkat partisipasi angkatan kerja. Semakin besar jumlah penduduk usia kerja semakin besar pula jumlah angkatan kerja. Tingkat Pengangguran Angkatan Kerja dipengaruhi oleh beberapa faktor demografis, sosial dan ekonomi. Faktor-faktor ini antara lain: umur, status perkawinan, tingkat pendidikan, daerah tempat tinggal dan pendapatan.

2.2.3 Indeks Pembangunan Manusia

Mengutip isi *Human Development Report* (HDR) pertama tahun 1990, pembangunan manusia adalah suatu proses untuk memperbanyak pilihan-pilihan yang dimiliki oleh manusia. Di antara banyak pilihan yang ada, pilihan yang paling penting adalah untuk berumur panjang dan sehat, berilmu pengetahuan, dan untuk mempunyai akses terhadap sumber daya yang dibutuhkan agar dapat hidup secara layak.

Secara khusus, Indeks Pembangunan Manusia (IPM) mengukur capaian pembangunan manusia berbasis sejumlah komponen dasar kualitas hidup. IPM dihitung berdasarkan data yang dapat menggambarkan keempat komponen yaitu

angka harapan hidup yang mewakili bidang kesehatan, angka melek huruf dan rata-rata lama sekolah mengukur capaian pembangunan di bidang pendidikan, dan kemampuan daya beli masyarakat terhadap sejumlah kebutuhan pokok yang dilihat dari rata-rata besarnya pengeluaran per kapita sebagai pendekatan yang mewakili capaian pembangunan untuk hidup layak.

Menurut BPS (2016b), IPM dibangun melalui pendekatan tiga dimensi dasar. Dimensi tersebut mencakup umur panjang dan sehat, pengetahuan, dan kehidupan yang layak. Ketiga dimensi tersebut memiliki pengertian sangat luas karena terkait banyak faktor. Untuk mengukur dimensi kesehatan, digunakan angka umur harapan hidup. Untuk mengukur dimensi pengetahuan, digunakan gabungan indikator angka melek huruf dan rata-rata lama sekolah. Untuk mengukur dimensi hidup layak digunakan indikator kemampuan daya beli (*Purchasing Power Parity*).

2.2.4 Upah Minimum Regional

Upah adalah salah satu sarana yang digunakan oleh pekerja untuk meningkatkan kesejahteraannya. Upah merupakan pendapatan utama bagi pekerja, dan tinggi rendahnya pendapatan dapat mempengaruhi apakah ia atau rumah tangganya akan menjadi miskin atau tidak (Maipita, 2014).

Pemerintah telah terlibat dalam menangani masalah pengupahan melalui berbagai kebijakan. Kebijakan upah minimum merupakan sistem pengupahan yang telah banyak diterapkan di beberapa negara. Upah minimum merupakan alat proteksi bagi pekerja untuk mempertahankan agar nilai upah yang diterima dapat memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari.

Pemerintah menetapkan upah minimum pada tingkat regional yang dikenal dengan UMR, kemudian penetapan kebijakan upah minimum didelegasikan ke tingkat Provinsi (Upah Minimum Provinsi) dan lingkup yang lebih kecil yaitu Upah Minimum Kabupaten (UMK) (Suparjan dan Suyatno, 2003).

2.2.5 Tingkat Pengangguran Terbuka

Tingkat pengangguran terbuka adalah persentase jumlah penduduk yang mencari kerja terhadap jumlah angkatan kerja. Angkatan kerja merupakan penduduk usia kerja (penduduk yang berusia 15 tahun ke atas) yang bekerja atau sedang mencari pekerjaan (BPS, 2016a). BPS menyatakan bahwa pengangguran terbuka dalam Sakernas terdiri dari:

- a. Mereka yang tidak bekerja dan mencari pekerjaan,
- b. Mereka yang tidak bekerja dan mempersiapkan usaha,
- c. Mereka yang tidak bekerja, dan tidak mencari pekerjaan, karena merasa tidak mungkin mendapatkan pekerjaan, dan
- d. Mereka yang tidak bekerja, dan tidak mencari pekerjaan karena sudah diterima bekerja, tetapi belum mulai bekerja.

2.3 Regresi Global

Menurut Draper dan Smith (1992), analisis regresi adalah metode analisis statistika yang digunakan untuk memodelkan hubungan kebergantungan yang mungkin ada antara variabel dependen (Y) dengan variabel independen (x). Secara umum, variabel dependen Y dapat dihubungkan dengan sebanyak k variabel independen. Analisis regresi global memberikan kemudahan untuk

memasukkan lebih dari satu variabel independen hingga k -variabel independen, dimana banyaknya k kurang dari jumlah observasi (n). Sehingga model regresi dapat ditunjukkan pada persamaan rumus 2.1.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad (2.1)$$

Banyaknya observasi n lebih besar dari banyaknya variabel independen ($n > k$). Y_i menyatakan variabel dependen dan X_{ik} menyatakan observasi ke- i untuk variabel independen X_k , struktur data observasi secara lengkap dapat dituliskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Struktur Data Observasi Regresi Linier

Y	X_1	X_2	...	X_k
Y_1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1k}
Y_2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2k}
.
Y_n	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{nk}

Salah satu prosedur pendugaan model untuk regresi global adalah menggunakan metode *least square* (kuadrat terkecil). Konsep dari metode *least square* adalah menduga parameter regresi ($\hat{\beta}$) dengan meminimumkan kuadrat *error*. Dengan data tersebut dapat ditulis model regresi pada persamaan (2.1) dalam bentuk:

$$\begin{aligned}
 Y_i &= \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \\
 &= \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i \quad ; i = 1, 2, 3, \dots, n
 \end{aligned} \quad (2.2)$$

Model regresi (2.2) dapat ditulis dalam bentuk matriks:

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

dimana:

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1k} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nk} \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Diasumsikan ε_i adalah nilai *error* pengamatan ke- i diasumsikan identik, independen dan berdistribusi normal dengan mean nol dan varian konstan σ^2 . \mathbf{Y} adalah vektor ($n \times 1$) dari observasi, \mathbf{X} adalah variabel independen yang berukuran $n \times (k+1)$, $\boldsymbol{\beta}$ adalah koefisien regresi yang berukuran $(k+1) \times 1$ dan $\boldsymbol{\varepsilon}$ adalah galat random yang berukuran ($n \times 1$).

2.3.1 Estimasi Parameter Model Regresi Linier

Metode yang digunakan untuk menaksir parameter model regresi adalah dengan meminimumkan jumlah kuadrat error atau yang sering dikenal dengan *Ordinary Least Square* (OLS) (Draper dan Smith, 1992). Dalam OLS errornya diasumsikan identik, independen dan berdistribusi normal dengan mean nol dan varian konstan yaitu memenuhi asumsi normalitas, asumsi non-heteroskedastisitas, asumsi non-multikoliniritas.

Untuk menentukan estimasi parameter digunakan metode kuadrat terkecil dengan fungsi kuadrat terkecil pada persamaan rumus 2.3.

$$L = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n \left(Y_i - \hat{\beta}_0 - \sum_{j=1}^k \hat{\beta}_j X_{ij} \right)^2 \quad (2.3)$$

Fungsi L tersebut diminimalkan terhadap $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_j$. Estimator kuadrat terkecil $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_j$ harus memenuhi:

$$\frac{\partial L}{\partial \beta_0} \Big|_{\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_k} = -2 \sum_{i=1}^n \left(Y_i - \hat{\beta}_0 - \sum_{j=1}^k \hat{\beta}_j X_{ij} \right) = 0$$

Sehingga penaksiran parameter untuk model (2.1) adalah $\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y$. Dimana $\hat{\beta}$ merupakan vektor dari parameter yang ditaksir berukuran $(k+1) \times 1$, nilai X merupakan matriks variabel independen berukuran $n \times (k+1)$ dan Y adalah vektor observasi dari variabel dependen berukuran $(n \times 1)$

2.3.2 Uji Hipotesis dalam Regresi Global

Menurut Montgomery dan Peck (1982), untuk menguji kesesuaian model regresi OLS digunakan analisis varian yang dibuat dengan cara menguraikan bentuk jumlah kuadrat total (JKT) menjadi dua jumlah kuadrat regresi (JKR) dan jumlah kuadrat galat (JKG). Untuk pengujian model regresi digunakan dua uji, yaitu:

a. Uji Signifikansi Model Secara Serentak (Uji Statistik F)

Uji statistik F pada dasarnya menunjukkan apakah semua variabel independen yang dimasukkan dalam model mempunyai pengaruh secara bersama-sama terhadap variabel dependen. Hipotesis yang diuji adalah yaitu:

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$ (tidak ada hubungan linier antara variabel independen dengan variabel dependen atau model tidak sesuai)

$H_1 : \text{minimal ada satu } j \text{ dengan } \beta_j \neq 0, j = 1, 2, 3, \dots, k. \text{ (ada hubungan linier antara variabel independen dengan variabel dependen atau model sesuai)}$

Statistik Uji:

$$F_{hitung} = \frac{JKR/k}{JKG/n-k-1}$$

Dimana n adalah jumlah observasi dan k adalah banyaknya variabel independen.

Kriteria Penolakan:

Tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{tabel} (F_{\alpha; k; n-k-1})$ atau tolak H_0 jika nilai $p-value < \alpha$.

Tabel 2. Analisis Varian Model Regresi

Sumber Variansi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rata – rata Kuadrat	F_{hitung}
Regresi	$JKR = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	k	$KTR = \frac{JKR}{k}$	$F = \frac{KTR}{KTG}$
Galat	$JKG = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	n-k-1	$KTG = \frac{JKG}{n - k - 1}$	
Total	$JKT = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	n-1		

b. Uji Signifikansi Model Secara Parsial (Uji Statistik t)

Uji statistik t pada dasarnya menunjukkan seberapa jauh pengaruh satu variabel independen secara individual dalam menerangkan variasi variabel dependen. Hipotesis yang hendak diuji adalah yaitu:

$H_0 : \beta_j = 0, j = 1, 2, \dots, k$ (Variabel X_j tidak berpengaruh terhadap model)

$H_1 : \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, k$ (Variabel X_j berpengaruh terhadap model)

$$\text{Statistik Uji : } t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} ;$$

Dimana $se(\hat{\beta}_j)$ diperoleh dari nilai dari akar $var(\hat{\beta}_j)$ sementara nilai $var(\hat{\beta}_j)$ diperoleh dari perkalian nilai diagonal utama matriks $(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1}$ dengan nilai σ^2 .

Kriteria Penolakan:

Tolak H_0 jika $|t_{hitung}| \geq t_{tabel} = t_{(\alpha/2; n-k-1)}$ atau tolak H_0 jika nilai $p\text{-value} < \alpha$.

2.3.3 Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi merupakan suatu nilai atau ukuran yang dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar kesesuaian dari suatu model regresi. Nilai R^2 menyatakan besar sumbangan variabel independen X_j terhadap variabel dependen Y .

$$R^2 = \frac{JKR}{JKT}$$

$$R^2 = 1 - \frac{JKS}{JKT}$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2}, \text{ dengan } JKT = JKR + JKS$$

Sifat-sifat koefisien determinasi (R^2):

1. Merupakan besaran non-negatif.
2. Batasannya adalah $0 \leq R^2 \leq 1$

Untuk R^2 mendekati nilai 1; menyatakan kesesuaian sempurna

Untuk R^2 mendekati nilai 0; menyatakan tidak ada hubungan antara variabel dependen Y dengan variabel independen X_j .

2.3.4 Asumsi Klasik dalam Analisis Regresi Global

Menurut Gujarati (2004), pemeriksaan terhadap suatu model regresi global sangat diperlukan untuk mengetahui apakah model cocok digunakan. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah asumsi-asumsi yang penting telah dilanggar. Suatu model regresi harus memenuhi beberapa asumsi yaitu residual diasumsikan mempunyai distribusi yang identik, tidak ada korelasi serial

antar residual, dan residual berdistribusi normal. Asumsi ini sering disebut dengan IIDN $(0, \sigma^2)$. Prosedur pemeriksaan asumsi tersebut adalah:

1. Asumsi distribusi normal

Asumsi kenormalan data dapat pula diuji secara formal yaitu dapat digunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Hipotesis untuk menguji residual berdistribusi normal adalah:

H_0 : residual berdistribusi normal

H_1 : residual tidak berdistribusi normal

Statistik uji: $D = \sup|F(e) - F_0(e)|$

Dimana D merupakan nilai statistik uji Kolmogorov-Smirnov, $F(e)$ merupakan probabilitas kumulatif teramati sedangkan $F_0(e)$ merupakan Probabilitas kumulatif dari distribusi normal. Daerah penolakan H_0 jika nilai $D_{hitung} > D_{tabel} (KS_{(n,\alpha)})$ atau nilai signifikansi $< \alpha$ sehingga dapat diartikan residual tidak berdistribusi normal.

2. Asumsi Homoskedastisitas

Menurut Gujarati (2004), untuk membuktikan asumsi homoskedastisitas terpenuhi dapat dilakukan dengan menggunakan uji Glejser. Uji Glejser dilakukan dengan meregresikan nilai absolut dari residual dengan variabel independen. Hipotesisnya adalah:

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$ (Tidak terdapat heteroskedastisitas)

H_1 : Paling tidak satu $\sigma_i^2 \neq \sigma^2, i = 1, 2, \dots, n$ (Terdapat heteroskedastisitas)

Statistik uji:

$$F = \frac{[\sum_{i=1}^n (|\hat{e}_i| - |\bar{e}|)^2]/n}{[\sum_{i=1}^n (|e_i| - |\hat{e}_i|)^2]/n - (k + 1)}$$

Dimana $|\hat{e}_i|$ merupakan nilai *absolute* taksiran *error* ke-i sedangkan nilai $|e_i|$ adalah *absolute error* ke-i dan $|\bar{e}|$ merupakan rata-rata dari *absolute error*. Uji ini dilakukan dengan meregresikan nilai *absolute error* dari model yang dibuat dengan semua variabel independen yang ada. Dengan kriteria uji menolak H_0 apabila $F > F_{(\alpha; k; n-k-1)}$.

3. Asumsi Non-autokorelasi

Tabel 3. Aturan keputusan uji Durbin Watson

Nilai statistik	Hasil
$0 < d < d_L$	Ada autokorelasi positif
$d_L < d < d_U$	Daerah keragu-raguan, tidak ada keputusan
$d_U < d < 4 - d_U$	Tidak ada autokorelasi
$4 - d_U < d < 4 - d_L$	Daerah keragu-raguan, tidak ada keputusan
$4 - d_L < d < 4$	Ada autokorelasi negatif

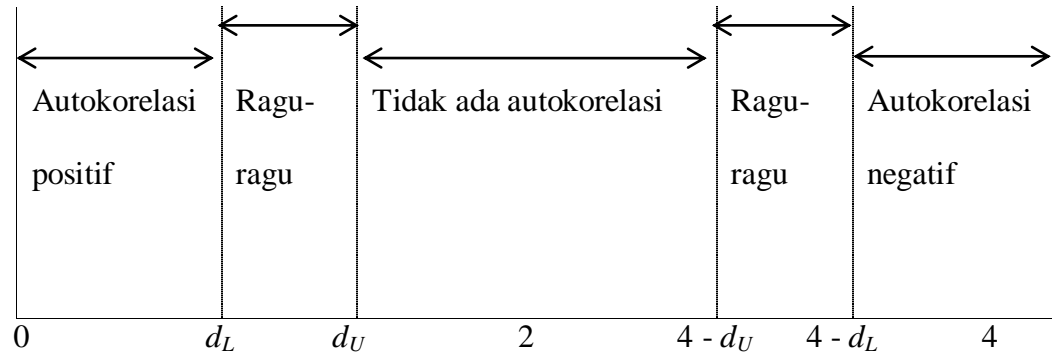
Menurut Ariefianto (2012), uji autokorelasi bertujuan untuk mengetahui apakah ada korelasi antara residual (galat) dari suatu periode dan periode lainnya. Dalam model regresi linier, yang harus dipenuhi adalah tidak adanya autokorelasi. Untuk menguji asumsi autokorelasi dapat juga digunakan metode Durbin Watson.

Statistik uji:

$$DW = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2}$$

Dengan DW merupakan nilai Durbin Watson dari perhitungan data dan e_i merupakan nilai error ke-i dan e_{i-1} merupakan nilai error pada $i-1$.

Pengambilan keputusan pengujian berdasarkan kriteria pada Gambar 1, dengan aturan keputusan dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 1 Daerah Penolakan Uji Durbin Watson

Apabila nilai statistik uji Durbin Watson berada pada daerah keragu-raguan maka diperlukan uji lain untuk menentukan keputusannya, salah satunya menggunakan uji *Runs Test*. Menurut Gujarati (2004), pengujian asumsi non-autokorelasi residual dapat dilakukan dengan uji Runs (*Runs Test*). Run merupakan urutan dari salah satu simbol atau atribut yaitu + atau – yang tak terputus. Panjang run merupakan jumlah dari elemen-elemen di dalamnya.

Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah :

H_0 : Tidak terjadi autokorelasi

H_1 : Terjadi autokorelasi

Statistik Uji:

$$E(R) = \frac{2m_1m_2}{m} + 1$$

$$\sigma_R^2 = \frac{2m_1m_2(2m_1m_2 - m)}{(m)^2(m - 1)}$$

Dengan m_1 merupakan banyaknya simbol + (yaitu residual yang +), m_2 = banyaknya simbol – (yaitu residual yang –), kemudian m adalah

penjumlahan nilai m dan R merupakan banyaknya *run*. Dengan kriteria uji tolak H_0 jika $R > E(R) + 1,96 \sigma_R$ atau signifikansi $< \alpha$.

4. Asumsi Multikolinieritas

Menurut Gujarati (2004), Deteksi multikolinieritas bertujuan untuk mendeteksi apakah pada model regresi ditemukan adanya korelasi antar variabel independen. Jika variabel independen saling berkorelasi, maka variabel-variabel ini tidak orthogonal. Variabel orthogonal adalah variabel independen yang nilai korelasi antar sesama variabel independen sama dengan nol. Untuk mendeteksi ada atau tidaknya multikolinieritas di dalam model regresi adalah:

- a. Nilai R^2 yang dihasilkan oleh suatu estimasi model regresi empiris sangat tinggi, tetapi secara individual variabel-variabel independen banyak yang tidak signifikan mempengaruhi variabel dependen.
- b. Multikolinieritas dapat juga dilihat dari nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) dengan rumus adalah:

$$VIF_j = \frac{1}{(1 - R_j^2)}$$

dimana $j = 1, 2, \dots, k$

Dimana nilai R_j^2 adalah koefisien determinasi ke- j (kuadrat dari koefisien korelasi). Nilai VIF yang semakin besar menunjukkan multikolinieritas yang lebih kompleks. Jika nilai $VIF < 10$, maka secara signifikan dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat multikolinieritas.

2.4 *Geographically Weighted Regression (GWR)*

Metode *Geographically Weighted Regression (GWR)* pertama kali diperkenalkan oleh Fotheringham pada tahun 1967. Metode ini merupakan model regresi yang dikembangkan untuk memodelkan data dengan variabel dependen yang bersifat kontinu dan mempertimbangkan aspek spasial atau titik pengamatan. Pendekatan yang dilakukan pada model GWR adalah pendekatan titik. Setiap nilai parameter ditaksir pada titik pengamatan, sehingga setiap titik pengamatan mempunyai nilai parameter yang berbeda-beda. Kerangka data penelitian dan model dari *Geographically Weighted Regression (GWR)* dapat ditulis pada persamaan rumus 2.4.

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^k \beta_j(u_i, v_i)X_{ij} + \varepsilon_i \quad , i = 1, 2, \dots, n \quad (2.4)$$

Dimana nilai Y_i merupakan nilai variabel dependen pada titik pengamatan ke- i , sedangkan X_{ij} nilai variabel independen ke- j pada titik pengamatan ke- i , (u_i, v_i) merupakan koordinat titik pengamatan ke- i (*longitude, latitude*), serta $\beta_0(u_i, v_i)$ merupakan nilai koefisien GWR, $\beta_j(u_i, v_i)$ adalah koefisien regresi ke- k pada titik pengamatan ke- i , ε_i adalah nilai *error* pengamatan ke- i diasumsikan identik, independen dan berdistribusi normal dengan mean nol dan varian konstan σ^2 . Penyajian Data Observasi Model GWR dengan sebanyak k variabel dan dalam sebanyak n wilayah pengamatan dapat dijelaskan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Struktur Data Observasi Model GWR

Tahun	Kota / Kabupaten	Y	X ₁	X _{..}	X _k	U	V
2011	1	Y_1	$X_{1,1}$	$X_{..,1}$	$X_{k,1}$	U_1	V_1
	2	Y_2	$X_{1,2}$	$X_{..,2}$	$X_{k,2}$	U_2	V_2
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	n	Y_{35}	$X_{1,35}$	$X_{..,35}$	$X_{k,35}$	U_{35}	V_{35}
2012	1	Y_{36}	$X_{1,36}$	$X_{..,36}$	$X_{k,36}$	U_1	V_1
	2	Y_{37}	$X_{1,37}$	$X_{..,37}$	$X_{k,37}$	U_2	V_2
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	n	Y_{70}	$X_{1,70}$	$X_{..,70}$	$X_{k,70}$	U_{35}	V_{35}
2013	1	Y_{71}	$X_{1,71}$	$X_{..,71}$	$X_{k,71}$	U_1	V_1
	2	Y_{72}	$X_{1,72}$	$X_{..,72}$	$X_{k,72}$	U_2	V_2
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	n	Y_{105}	$X_{1,105}$	$X_{..,105}$	$X_{k,105}$	U_{35}	V_{35}

2.4.1 Estimasi Parameter Model GWR

Menurut Fotheringham, *et al.* (2002), metode penaksiran parameter pada model GWR adalah dengan metode *Weighted Least Square* (WLS) yaitu dengan memberikan pembobot yang berbeda untuk setiap titik pengamatan dimana data tersebut diambil. Pada model GWR diasumsikan bahwa daerah yang dekat dengan titik pengamatan ke- i mempunyai pengaruh yang besar terhadap nilai estimasi parameternya dari pada daerah yang lebih jauh. Misalkan pembobot untuk setiap titik pengamatan (u_i, v_i) adalah $w_i(u_i, v_i)$, $i = 1, 2, \dots, n$ maka koefisien regresi pada titik pengamatan (u_i, v_i) ditaksir dengan menambahkan pembobot pada persamaan (2.4) dan meminimumkan jumlah kuadrat *error*nya dan disamakan dengan nol, maka dapat diperoleh bentuk penaksir parameter dari model GWR untuk setiap titik pengamatan adalah:

$$\sum_{j=1}^n w_i(u_i, v_i) \varepsilon_j^2 = \sum_{j=1}^n w_i(u_i, v_i) (y_j - \hat{y}_j)^2$$

$$\sum_{j=1}^n w_i(u_i, v_i) (y_j - \beta_0(u_i, v_i) - \beta_1(u_i, v_i)x_{j1} - \beta_2(u_i, v_i)x_{j2} - \beta_k(u_i, v_i)x_{jk})^2$$

Dengan $\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nk} \end{bmatrix}$, $\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$, $\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) = \begin{bmatrix} \beta_0(u_i, v_i) \\ \beta_1(u_i, v_i) \\ \vdots \\ \beta_k(u_i, v_i) \end{bmatrix}$

Dan memiliki persamaan GWR dalam bentuk matriks:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) + \boldsymbol{\varepsilon} \text{ atau } \boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{Y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) \quad (2.5)$$

Penyelesaian persamaan (2.5) dalam bentuk matriks adalah:

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\varepsilon}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \boldsymbol{\varepsilon} &= [\mathbf{Y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)]^T \mathbf{W}(u_i, v_i) [\mathbf{Y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)] \\ &= \mathbf{Y}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y} - \mathbf{Y}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) \\ &\quad - \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i) \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y} \\ &\quad + \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i) \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) \end{aligned}$$

Dapat dimisalkan $\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) = \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i) \mathbf{X}^T$ maka:

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\varepsilon}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \boldsymbol{\varepsilon} &= \mathbf{Y}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y} - 2\boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i) \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y} \\ &\quad + \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i) \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) \end{aligned} \quad (2.6)$$

Dengan $\mathbf{W}(u_i, v_i) = \text{diag}[W_1(u_i, v_i), \dots, W_n(u_i, v_i)]$ dan $\boldsymbol{\varepsilon} = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n)^T$. Jika persamaan (2.6) diturunkan terhadap matriks $\boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i)$ dan hasilnya disamakan dengan nol.

$$\frac{\partial \boldsymbol{\varepsilon}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \boldsymbol{\varepsilon}}{\partial \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i)} = 0 - 2\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y} + 2\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) = 0$$

$$-2\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y} + 2\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) = 0$$

$$2\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) = 2\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y}$$

$$\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) = \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y} \quad (2.7)$$

Untuk memperoleh nilai taksiran koefisien regresi $\hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i, v_i)$, persamaan (2.7) dikalikan dengan invers dari $\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}$ untuk ruas kiri dan ruas kanan, sehingga didapatkan:

$$[\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}]^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) = [\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}]^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y}$$

Karena $[\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}]^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X} = \mathbf{I}$, maka:

$$\mathbf{I} \hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i, v_i) = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y}$$

Sehingga, bentuk penaksir parameter dari model GWR untuk titik pengamatan (Fotheringham, *et al*, 2002) adalah:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i, v_i) = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y}$$

2.4.2 Pembobotan Model GWR

Peran pembobotan dalam GWR merupakan aspek penting. Pembobotan tersebut bergantung pada jarak antar titik pengamatan. Pembobot berupa matriks diagonal dimana elemen diagonalnya merupakan sebuah fungsi pembobot dari setiap titik pengamatan. Fungsi dari matriks pembobot adalah untuk menentukan atau menaksir parameter yang berbeda-beda pada setiap titik pengamatan (Chasco, *et al*, 2007).

Matriks pembobot pada GWR merupakan pembobot berbasis pada pendekatan titik pengamatan ke- i dengan titik pengamatan lainnya. Pengamatan terdekat ke titik pengamatan ke- i umumnya diasumsikan memiliki pengaruh paling besar terhadap penaksiran parameter di titik pengamatan ke- i . Oleh karena itu, matriks pembobot $\mathbf{W}(u_i, v_i)$ akan semakin besar jika jarak semakin dekat.

Terdapat beberapa cara yang digunakan untuk menentukan nilai pembobot. Salah satu paling sederhana adalah dengan memberikan bobot sebesar 1 untuk setiap titik pengamatan i dan j pada persamaan:

$$w_{ij} = 1, \forall i \text{ dan } j$$

Sehingga, model yang dihasilkan apabila menggunakan fungsi pembobot ini adalah model regresi linier atau *Ordinary Linier Regression* (OLR). Pembobot dalam GWR dapat ditentukan dengan menggunakan fungsi invers jarak sebagai berikut:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & , \text{jika } d_{ij} < b \\ 0 & , \text{jika } d_{ij} \geq b \end{cases}$$

d_{ij} = adalah jarak *euclidean* antara titik pengamatan ke- i dengan titik pengamatan ke- j (Fotheringham *et al.*, 2002). Dan b adalah *bandwidth* atau lebar radius suatu lingkaran, sehingga sebuah titik pengamatan yang berada dalam radius lingkaran masih dianggap berpengaruh dalam membentuk parameter di titik pengamatan ke- i .

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}, \quad i, j = 1, \dots, n$$

Selain itu, matriks pembobot dapat ditentukan menggunakan fungsi kernel. Fungsi kernel memberikan pembobot sesuai *bandwidth* optimum yang nilainya tergantung pada kondisi data. Fungsi kernel digunakan untuk mengestimasi parameter dalam model jika fungsi jarak (W_j) adalah fungsi yang kontinu dan monoton turun. Berikut ini adalah matriks pembobot berdimensi $(n \times n)$:

$$\mathbf{W}(u_i, v_i) = \begin{bmatrix} w_{i1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & w_{i2} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & w_{in} \end{bmatrix}$$

Dengan nilai w_{in} merupakan bobot untuk data pada titik ke- n dalam pengujian model di sekitar titik i .

Menurut Dwinata dalam Maulani, *et al.* (2013) Fungsi kernel *adaptive* memiliki *bandwidth* berbeda untuk setiap titik pengamatan. Hal ini disebabkan kemampuan fungsi kernel *adaptive* yang dapat disesuaikan dengan kondisi titik-titik pengamatan. Bila titik-titik lokasi pengamatan ke- i maka *bandwidth* yang diperoleh relatif sempit. Sebaliknya jika titik-titik lokasi pengamatan memiliki jarak yang relatif jauh dari lokasi pengamatan ke- i maka *bandwidth* yang diperoleh akan semakin luas.

Matriks fungsi kernel *adaptive* pada lokasi ke- i yang diperoleh dari pembobot fungsi kernel eksponensial dengan formula:

$$\mathbf{W}(u_i, v_i) = \exp\left(\frac{-d_{ij}}{b_i}\right), i, j = 1, \dots, n$$

Untuk mendapatkan nilai d_{ij} didapatkan dari hasil akar $(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2$.

Untuk nilai u_i merupakan koordinat latitude pada titik pengamatan ke- i dan v_i merupakan koordinat longitude pada titik pengamatan ke- i , serta nilai b_i merupakan *bandwidth* pada lokasi ke- i .

Dalam fungsi pembobot kernel, terdapat parameter *bandwidth* yang nilainya tidak diketahui. Sehingga, dilakukan penaksiran terhadap parameter *bandwidth* tersebut. *Bandwidth* dapat dianalogikan sebagai radius (b) suatu lingkaran, sehingga sebuah titik lokasi pengamatan yang berada di dalam radius masih

dianggap berpengaruh dalam membentuk parameter titik lokasi pengamatan ke- i . Nilai *bandwidth* yang besar akan mengakibatkan penaksiran parameter di lokasi pengamatan ke- i semakin bergantung pada titik lokasi pengamatan lain yang memiliki jarak terdekat dengan lokasi pengamatan ke- i .

Menurut Fotheringham, *et al.* (2002), terdapat beberapa metode yang digunakan untuk memilih *bandwidth* optimum, salah satunya adalah menggunakan *Cross Validation* (CV) yang secara matematis didefinisikan sebaagai berikut:

$$CV = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(b))^2$$

Dengan $\hat{y}_{\neq i}(b)$ adalah nilai penaksir y_i dimana pengamatan di titik pengamatan (u_i, v_i) dihilangkan dari proses penaksiran. Nilai *bandwidth* (b) yang optimal didapatkan dari nilai b yang menghasilkan nilai CV yang minimum.

2.4.3 Pengujian Model GWR

1. Uji Kesesuaian Model (*goodness of fit*)

Menurut Leung *et al.* (2000), pengujian ini dilakukan dengan menggunakan hipotesis yaitu:

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j \text{ untuk setiap } j = 1, 2, \dots, k \text{ dan } i = 1, 2, \dots, n$$

(tidak ada perbedaan yang signifikan antara model regresi global dengan GWR)

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq \beta_j \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, k \text{ dan } i = 1, 2, \dots, n$$

(ada perbedaan yang signifikan antara model regresi global dengan GWR)

Statistik uji:

$$F_1 = \frac{RSS(H_1)/df_1}{RSS(H_0)/df_2}$$

dengan $RSS(H_0)$ diperoleh dari hasil $\mathbf{Y}^T(\mathbf{I} - \mathbf{H})^T\mathbf{Y}$, nilai \mathbf{H} diperoleh dari nilai $\mathbf{X}(\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^T$. $RSS(H_1)$ diperoleh dari hasil $\mathbf{Y}^T(\mathbf{I} - \mathbf{L})^T(\mathbf{I} - \mathbf{L})\mathbf{Y}$, df_1 didapatkan dari $\frac{\partial^2}{\partial_2^2}$ dimana nilai ∂_i dari hasil $tr([\mathbf{I} - \mathbf{L})^T(\mathbf{I} - \mathbf{L})]^i)$ dengan $i = 1, 2$ dan $df_2 = n - k - 1$. Dan \mathbf{I} merupakan matriks identitas berukuran $n \times n$ serta \mathbf{L} adalah matriks proyeksi dari model GWR, sehingga matriks proyeksinya adalah:

$$\mathbf{L} = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1^T(\mathbf{X}^T\mathbf{W}(u_1, v_1)\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^T\mathbf{W}(u_1, v_1) \\ \mathbf{x}_2^T(\mathbf{X}^T\mathbf{W}(u_2, v_2)\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^T\mathbf{W}(u_2, v_2) \\ \vdots \\ \mathbf{x}_n^T(\mathbf{X}^T\mathbf{W}(u_n, v_n)\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^T\mathbf{W}(u_n, v_n) \end{bmatrix}$$

Distribusi dari F_1 mengikuti distribusi F dengan derajat bebas df_1 dan df_2 .

Jika diberikan tingkat signifikansi α maka H_0 ditolak jika $F_1 > F_{\alpha; df_1; df_2}$.

Alternatif lain sebagai statistik uji adalah dengan menggunakan selisih jumlah kuadrat residual di bawah H_0 dan di bawah H_1 (Leung *et al.*, 2000), yaitu:

$$F_2 = \frac{DSS/v_1}{SSE(H_0)/(n - k - 1)}$$

Dengan nilai DSS didapatkan dari selisih antara $SSE(H_0)$ dan $SSE(H_1)$,

$$\text{atau } DSS = \mathbf{Y}^T((\mathbf{I} - \mathbf{H}) - (\mathbf{I} - \mathbf{L})^T(\mathbf{I} - \mathbf{L}))\mathbf{Y}$$

v_i diperoleh dari $tr([\mathbf{I} - \mathbf{H}) - (\mathbf{I} - \mathbf{L})^T(\mathbf{I} - \mathbf{L})]^i)$, $i = 1, 2$, $df_1 = \frac{v_1^2}{v_2}$,

$df_2 = n - k - 1$ Jika diambil taraf signifikansi α , maka tolak H_0 jika

$$F_2 > F_{\alpha; df_1; df_2}.$$

2. Pengujian Pengaruh Lokasi Secara Parsial

Jika disimpulkan bahwa model GWR berbeda dengan model regresi global, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji parsial untuk mengetahui apakah ada perbedaan pengaruh yang signifikan dari variabel independen X_j antara satu lokasi dengan lokasi yang lain. Pengujian ini dapat dilakukan dengan hipotesis yaitu:

$$H_0 : \beta_1(u_1, v_1) = \beta_2(u_2, v_2) = \dots = \beta_j(u_n, v_n), \text{ untuk } j = 0, 1, \dots, k$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \text{ (} i = 1, 2, \dots, n \text{)} \neq \beta_j(u_n, v_n)$$

Untuk melakukan pengujian di atas maka ditentukan terlebih dahulu varians

$\hat{\beta}_j(u_i, v_i)$ ($i = 1, 2, \dots, n$) yang dinotasikan dengan:

$$\begin{aligned} V_j^2 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\hat{\beta}_j(u_i, v_i) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{\beta}_j(u_i, v_i) \right)^2 \\ &= \frac{1}{n} \mathbf{\beta}_j^T \left[\mathbf{I} - \frac{1}{n} \mathbf{J} \right] \mathbf{\beta}_j \end{aligned}$$

$$\text{dengan } \mathbf{\beta}_j(u_i, v_i) = \begin{bmatrix} \beta_0(u_i, v_i) \\ \beta_1(u_i, v_i) \\ \vdots \\ \beta_k(u_i, v_i) \end{bmatrix}$$

Sedangkan statistik uji yang digunakan adalah

$$F_3 = \frac{V_j^2 / \text{tr}(\frac{1}{k} \mathbf{B}_j^T [\mathbf{I} - \frac{1}{k} \mathbf{J}] \mathbf{B}_j)}{\text{SSE}(H_1) / \delta_1}$$

Dengan

$$\mathbf{B}_j = \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_1, v_1) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_1, v_1) \\ \mathbf{e}_2^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_2, v_2) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_2, v_2) \\ \vdots \\ \mathbf{e}_k^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_n, v_n) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_n, v_n) \end{bmatrix}$$

Matriks \mathbf{J} adalah matriks berukuran $n \times n$ yang semua elemennya adalah 1 dan \mathbf{e}_k adalah vektor kolom berukuran $(k+1)$ yang bernilai satu untuk elemen ke- j dan nol untuk lainnya. F_3 akan mengikuti distribusi F dengan derajat bebas $df_1 = \left(\frac{\gamma_1^2}{\gamma_2}\right)$ dan $df_2 = \left(\frac{\delta_1^2}{\delta_2}\right)$ dengan $\gamma_i = \text{tr} \left(\frac{1}{n} \mathbf{B}_j^T \left[\mathbf{I} - \frac{1}{n} \mathbf{J} \right] \mathbf{B}_j \right)^i, i = 1, 2$. Pada taraf signifikansi sebesar α maka H_0 akan ditolak jika nilai $F_3 \geq F_{\alpha; df_1, df_2}$.

3. Pengujian Parsial Signifikan Parameter Model

Menurut Purhadi dan Yasin (2012), pengujian signifikansi parameter model GWR pada setiap titik pengamatan dilakukan dengan menguji parameter secara parsial. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang signifikan mempengaruhi variabel dependennya. Pengujian ini dapat dilakukan dengan hipotesis yaitu:

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = 0 \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, k \text{ dan } i = 1, 2, \dots, n$$

(parameter $\beta_j(u_i, v_i)$ tidak signifikan terhadap model)

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0 \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, k \text{ dan } i = 1, 2, \dots, n$$

(parameter $\beta_j(u_i, v_i)$ signifikan terhadap model)

Penaksiran parameter $\hat{\beta}_j(u_i, v_i)$ seperti pada persamaan model GWR mengikuti distribusi normal dengan rata-rata $\beta_j(u_i, v_i)$ dan matriks varian kovarian $\mathbf{C}_i \mathbf{C}_i^T \sigma^2$, dengan $\mathbf{C} = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_1, v_1) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_1, v_1)$.

Dengan \mathbf{C}_{jj} adalah elemen diagonal ke- j dari matriks $\mathbf{C}_i \mathbf{C}_i^T$. Sehingga statistik uji yang digunakan adalah:

$$T_{hit} = \frac{\hat{\beta}_j(u_i, v_i)}{\hat{\sigma} \sqrt{\mathbf{C}_{jj}}}$$

T mengikuti distribusi t dengan derajat bebas $df = \frac{\partial_1^2}{\partial_2}$ dan $\hat{\sigma} = \frac{RSS(H_1)}{\partial_1}$. Jika diberikan tingkat signifikansi α , maka H_0 ditolak jika $|T_{hit}| \geq t_{\alpha/2; df}$.

2.4.4 Pengujian Asumsi Model GWR

Menurut Fotheringham, *et al.* (2002), terdapat beberapa asumsi yang melandasi metode GWR, yaitu:

1. Asumsi Kenormalan Residual

Pada asumsi ini dapat menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* (K-S) dengan hipotesis:

H_0 : residual berdistribusi normal

H_1 : residual tidak berdistribusi normal

$$\text{Statistik uji: } D = \sup |F(e) - F_0(e)|$$

Dimana D merupakan nilai statistik uji *Kolmogorov-Smirnov*, $F(e)$ merupakan distribusi kumulatif teramati sedangkan $F_0(e)$ merupakan distribusi kumulatif yang dihipotesiskan. Daerah penolakan H_0 jika nilai $D_{hitung} > D_{tabel} (KS_{(n,\alpha)})$ atau nilai $\text{sig} < \alpha$ sehingga dapat diartikan residual tidak berdistribusi normal.

2. Asumsi multikolinieritas lokal

Asumsi multikolinieritas lokal menggunakan kriteria *Variances Inflation Factor* atau $VIF_j(u_i, v_i)$ di mana multikolinieritas lokal terdeteksi jika nilai $VIF_j(u_i, v_i) > 10$. Nilai $VIF_j(u_i, v_i)$ dinyatakan:

$$VIF_j(u_i, v_i) = \frac{1}{1 - R_j^2(u_i, v_i)}$$

Di mana $R_j^2(u_i, v_i)$ adalah koefisien determinasi antara X_j dengan independen lain pada lokasi ke- i , dimana $j = 1, 2, \dots, k$.

3. Heterogenitas Spasial

Menurut Rakhmasanti, *et al.* (2013) heterogenitas spasial terjadi akibat adanya perbedaan antara satu wilayah dengan wilayah lainnya. Pengujian heterogenitas spasial menggunakan uji *Breusch-Pagan*. Anselin dalam Suhardiyanto dalam Rakhmasanti (2013) mengatakan bahwa hipotesis yang mendasari pengujian heterogenitas *spasial* menggunakan uji *Breusch-Pagan* adalah:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \sigma_k^2 \neq \sigma^2$$

Statistik uji

$$BP = \frac{1}{2} [\mathbf{g}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{g}]$$

Dengan \mathbf{Z} merupakan matriks dari variabel independen yang berukuran $n \times (k+1)$ dan \mathbf{g} sebagai vektor observasi pada $\mathbf{g}_i = \frac{e_i^2}{\hat{\sigma}^2} - 1$. Dengan kriteria uji menolak H_0 apabila $BP > X_{(k)}^2$ atau jika $p\text{-value} < \alpha$ dengan k adalah banyaknya independen.

2.5 Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR)

Metode *Mixed GWR* adalah suatu metode pemodelan yang menggabungkan model regresi global dengan model regresi yang terboboti. Berdasarkan model GWR bila ternyata variabel independen tidak semuanya berpengaruh secara lokal

sehingga ada variabel independen yang bersifat global maka model inilah yang disebut model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) (Purhadi dan Yasin, 2012). Pada model *Mixed* GWR beberapa koefisien pada model GWR diasumsikan konstan untuk seluruh titik pengamatan sedangkan yang lain bervariasi sesuai titik pengamatan data (Fotheringham, *et al.*, 2002). Model *Mixed* GWR dengan p variabel independen dan q variabel independen di antaranya bersifat lokal, dengan mengasumsikan bahwa koefisien model bersifat lokal dapat dituliskan pada persamaan rumus 2.8.

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^q \beta_j(u_i, v_i) X_{ij} + \sum_{j=q+1}^p \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i, \quad (2.8)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

dengan y_i merupakan nilai variabel dependen observasi ke- i , kemudian X_{ij} merupakan nilai observasi variabel independen ke- j pada titik pengamatan ke- i , $\beta_0(u_i, v_i)$ merupakan konstanta pada pengamatan ke- i , (u_i, v_i) adalah untuk menyatakan koordinat letak geografis (*longitude, latitude*) dari titik pengamatan ke- i , $\beta_j(u_i, v_i)$ merupakan koefisien regresi observasi variabel independen ke- j pada titik pengamatan ke- i sedangkan β_j merupakan koefisien regresi observasi variabel independen ke- j , dan ε_i merupakan error pengamatan ke- i diasumsikan identik, independen dan berdistribusi normal dengan mean nol dan varian σ^2 .

Estimasi parameter pada model *Mixed* GWR dapat dilakukan dengan metode *Weighted Least Square* (WLS) seperti halnya pada model GWR. Dengan langkah awal yaitu dengan membentuk matriks pembobot untuk setiap titik pengamatan (Fotheringham, *et al.* 2002).

2.5.1 Estimasi Parameter Model *Mixed* GWR

Estimasi parameter model *Mixed* GWR dilakukan dengan mengidentifikasi variabel global dan variabel lokal pada model *Mixed* GWR. Dalam bentuk matriks persamaan (2.8) dapat dituliskan pada persamaan rumus 2.9.

$$\mathbf{y}_i = \mathbf{X}_I \boldsymbol{\beta}_I(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) + \mathbf{X}_g \boldsymbol{\beta}_g + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.9)$$

dengan \mathbf{X}_g merupakan matriks variabel independen global, \mathbf{X}_I merupakan matriks variabel independen lokal, $\boldsymbol{\beta}_g$ merupakan vektor variabel independen global, $\mathbf{X}_I \boldsymbol{\beta}_I(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)$ merupakan matriks variabel independen lokal.

$$\mathbf{X}_I = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1q} \\ 1 & x_{21} & \dots & x_{2q} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{nq} \end{pmatrix}, \mathbf{X}_g = \begin{pmatrix} x_{1(q+1)} & x_{1(q+2)} & \dots & x_{1p} \\ x_{2(q+1)} & x_{2(q+2)} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n(q+1)} & x_{n(q+2)} & \dots & x_{np} \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{y} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} \text{ dan } \boldsymbol{\beta}_I(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) = \begin{pmatrix} \beta_0(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \\ \beta_1(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \\ \vdots \\ \beta_q(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \end{pmatrix}, \boldsymbol{\beta}_g = \begin{pmatrix} \beta_{q+1} \\ \beta_{q+2} \\ \vdots \\ \beta_p \end{pmatrix}, i = 1, 2, \dots, n$$

Pertama kali dengan menuliskan model *Mixed* GWR dalam bentuk GWR pada persamaan rumus 2.10.

$$\tilde{\mathbf{y}} = \mathbf{y} - \mathbf{X}_g \boldsymbol{\beta}_g = \mathbf{X}_g \boldsymbol{\beta}_g(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.10)$$

Dengan mengestimasi model tersebut seperti halnya model GWR, koefisien lokal pada titik pengamatan $(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)$ maka didapatkan hasil pada persamaan rumus 2.11.

$$\boldsymbol{\varepsilon}^T \mathbf{W}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \boldsymbol{\varepsilon} = \tilde{\mathbf{y}}^T \mathbf{W}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \tilde{\mathbf{y}} - 2 \boldsymbol{\beta}_I^T(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \mathbf{X}_I^T(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \tilde{\mathbf{y}} \\ + \boldsymbol{\beta}_I^T(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \mathbf{X}_I^T \mathbf{W}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \mathbf{X}_I \boldsymbol{\beta}_I(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \quad (2.11)$$

jika persamaan (2.11) diturunkan terhadap $\widehat{\beta}_l^T(u_i, v_i)$ dan hasilnya disamakan dengan nol maka diperoleh hasil pada persamaan rumus 2.12.

$$\widehat{\beta}_l(u_i, v_i) = [X_l^T W(u_i, v_i) X_l]^{-1} X_l^T W(u_i, v_i) \tilde{y} \quad (2.12)$$

Sehingga estimator parameter model GWR adalah:

$$\begin{aligned} \widehat{\beta}_l(u_i, v_i) &= (\widehat{\beta}_0(u_i, v_i), \widehat{\beta}_1(u_i, v_i), \dots, \widehat{\beta}_2(u_i, v_i))^T \\ &= [X_l^T W(u_i, v_i) X_l]^{-1} X_l^T W(u_i, v_i) \tilde{y} \end{aligned} \quad (2.13)$$

Misalkan $x_{li}^T = (1, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{q1})$ adalah elemen baris ke-i dari matriks X_l , maka nilai prediksi untuk \tilde{y} pada (u_i, v_i) dapat diperoleh dengan cara berikut:

$$\widehat{y} = x_{li}^T \widehat{\beta}_l(u_i, v_i) = x_{li}^T [X_l^T W(u_i, v_i) X_l]^{-1} X_l^T W(u_i, v_i) \tilde{y}$$

Sehingga untuk seluruh pengamatan dapat dituliskan:

$$\widehat{\mathbf{y}} = (\widehat{y}_1, \widehat{y}_2, \dots, \widehat{y}_n)^T = S_l \tilde{\mathbf{y}}$$

dengan

$$S_l = \begin{pmatrix} x_{l1}^T [X_l^T W(u_i, v_i) X_l]^{-1} X_l^T W(u_i, v_i) \\ x_{l2}^T [X_l^T W(u_i, v_i) X_l]^{-1} X_l^T W(u_i, v_i) \\ \vdots \\ x_{ln}^T [X_l^T W(u_i, v_i) X_l]^{-1} X_l^T W(u_i, v_i) \end{pmatrix} \quad (2.14)$$

Lalu dengan mensubstitusikan elemen dari $\widehat{\beta}_l(u_i, v_i)$ ke dalam model *Mixed* GWR sehingga persamaan (2.14) menjadi:

$$\mathbf{y} - X_l \beta_l = X_g \beta_g + \varepsilon$$

$$\mathbf{y} - S_l \tilde{\mathbf{y}} = X_g \beta_g + \varepsilon$$

$$\mathbf{y} - S_l (\mathbf{y} - X_g \beta_g) = X_g \beta_g + \varepsilon$$

$$(I - S_l) \mathbf{y} = (I - S_l) X_g \beta_g + \varepsilon$$

Dengan menggunakan metode OLS maka dapat diperoleh estimasi untuk koefisien global adalah:

$$\begin{aligned}\boldsymbol{\varepsilon}^T \boldsymbol{\varepsilon} &= [(\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)\mathbf{y} - (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)\mathbf{X}_g\boldsymbol{\beta}_g]^T [(\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)\mathbf{y} - (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)\mathbf{X}_g\boldsymbol{\beta}_g] \\ \boldsymbol{\varepsilon}^T \boldsymbol{\varepsilon} &= \mathbf{y}^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l) \mathbf{y} - 2\boldsymbol{\beta}_g^T \mathbf{X}_g^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l) \mathbf{y} \\ &\quad + \boldsymbol{\beta}_g^T \mathbf{X}_g^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l) \mathbf{X}_g \boldsymbol{\beta}_g\end{aligned}$$

Jika persamaan $\boldsymbol{\varepsilon}^T \boldsymbol{\varepsilon}$ diturunkan terhadap $\hat{\boldsymbol{\beta}}_g^T$ dan hasilnya disamadengankan dengan nol maka didapatkan estimator parameter model regresi global yaitu:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_g = [\mathbf{X}_g^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l) \mathbf{X}_g]^{-1} \mathbf{X}_g^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l) \mathbf{y} \quad (2.15)$$

Dengan mensubstitusikan $\hat{\boldsymbol{\beta}}_g$ kedalam persamaan (2.15) maka bisa diperoleh estimasi untuk koefisien lokal pada titik pengamatan (u_i, v_i) yaitu:

$$\begin{aligned}\hat{\boldsymbol{\beta}}_l(u_i, v_i) &= [\mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}_l]^{-1} \mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \tilde{\mathbf{y}} \\ &= [\mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}_l]^{-1} \mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_i, v_i) (\mathbf{y} - \mathbf{X}_g \hat{\boldsymbol{\beta}}_g)\end{aligned} \quad (2.16)$$

Sifat ketidakbiasan estimator $\hat{\boldsymbol{\beta}}_g$ dan $\hat{\boldsymbol{\beta}}_l(u_i, v_i)$ yaitu merupakan estimator tak bias untuk estimator $\boldsymbol{\beta}_g$ dan $\boldsymbol{\beta}_l(u_i, v_i)$. Estimasi parameter σ^2 diperoleh dengan memperhatikan sifat kelokalan dari model *Mixed* GWR. Estimasi parameter σ^2 dapat dituliskan:

$$\hat{\sigma}^2 = \left(\frac{SSE}{tr((\mathbf{I} - \mathbf{S})^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}))} \right)$$

dengan SSE merupakan $\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}^T \hat{\boldsymbol{\varepsilon}}$, atau bentuk lainnya adalah $\boldsymbol{\varepsilon}^T (\mathbf{I} - \mathbf{S})^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}) \boldsymbol{\varepsilon}$.

2.5.2 Pengujian Hipotesis Model *Mixed* GWR

Prinsip dari pengujian hipotesis dari model *Mixed* GWR menurut Leung, *et al.* (2000) adalah dengan membandingkan antara model *Mixed* GWR

dengan model regresi global. Pengujian hipotesis yang dilakukan meliputi uji kesesuaian model (*goodness of fits*) model *Mixed* GWR dan regresi global, pengujian serentak untuk parameter variabel global dan lokal serta pengujian parsial pada setiap model *Mixed* GWR.

1. Uji Kesesuaian Model (*goodness of fit*)

Uji hipotesis yang pertama kali dilakukan adalah dengan membandingkan model *Mixed* GWR dengan model regresi global. Pengujian ini dilakukan dengan hipotesis yaitu:

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j \text{ untuk setiap } j = 1, 2, \dots, k \text{ dan } i = 1, 2, \dots, n$$

(tidak ada perbedaan yang signifikan antara model regresi global dengan *Mixed* GWR)

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq \beta_j \text{ untuk setiap } j = 1, 2, \dots, k \text{ dan } i = 1, 2, \dots, n$$

(ada perbedaan yang signifikan antara model regresi global dengan *Mixed* GWR)

Statistik uji:

$$F_1 = \frac{DSS_1/v_1}{SSE(H_1)/u_1}$$

dengan DSS_1 merupakan $\mathbf{y}^T[(\mathbf{I} - \mathbf{H}) - (\mathbf{I} - \mathbf{S})^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})]\mathbf{y}$, $SSE(H_1)$ merupakan hasil dari $\mathbf{y}^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})\mathbf{y}$, dengan \mathbf{S} adalah hasil dari $\mathbf{S}_l + (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)\mathbf{X}_g[\mathbf{X}_g^T(\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T(\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)\mathbf{X}_g]^{-1}\mathbf{X}_g^T(\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T(\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)$ dan nilai u_i diperoleh dari $tr[(\mathbf{I} - \mathbf{S})^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})]^i, i = 1, 2$ serta v_i diperoleh dari $tr[(\mathbf{I} - \mathbf{H})(\mathbf{I} - \mathbf{S})^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})]^i, i = 1, 2, df_1 = \frac{v_1^2}{v_2}, df_2 = \frac{u_1^2}{u_2}$.

Distribusi dari F_1 mengikuti distribusi F dengan derajat bebas df_1 dan df_2 .

Jika diberikan tingkat signifikansi α maka H_0 ditolak jika $F_1 < F_{1-\alpha; df_1; df_2}$.

2. Pengujian Serentak Parameter Model *Mixed* GWR

Menurut Purhadi dan Yasin (2012), uji ini digunakan menguji secara serentak bagaimana signifikansi dari variabel variabel model *Mixed* GWR. Ada dua pengujian yang pertama adalah pengujian hipotesis serentak pada parameter variabel independen global x_j ($q+1 \leq j \leq p$). Dengan hipotesis yaitu:

$$H_0 : \beta_{q+1} = \beta_{q+2} = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_j \neq 0$$

$$F_2 = \frac{\left(\frac{r_1 DSS_2}{r_2 \sigma^2} \right) / \frac{r_1^2}{r_2}}{\left(\frac{u_1 SSE(H_1)}{u_1 \sigma^2} \right) / \frac{u_1^2}{u_1}} = \left(\frac{DDS_2 / r_1}{SSE(H_1) / u_1} \right)$$

dengan DSS_2 merupakan $\mathbf{y}^T[(\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T(\mathbf{I} - \mathbf{S}_l) - (\mathbf{I} - \mathbf{S})^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})]\mathbf{y}$, $SSE(H_1)$ merupakan hasil dari $\mathbf{y}^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})\mathbf{y}$, nilai u_i diperoleh dari $tr[(\mathbf{I} - \mathbf{S})^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})^i]$, $i = 1, 2$ serta r_i diperoleh dari $tr[(\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T(\mathbf{I} - \mathbf{S}_l) - (\mathbf{I} - \mathbf{S})^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})]^i$, $i = 1, 2$, $df_1 = \frac{r_1^2}{r_2}$, $df_2 = \frac{u_1^2}{u_2}$.

Menolak H_0 jika nilai $F_2 \geq F_{\alpha; df_1; df_2}$. Selanjutnya uji serentak yang kedua adalah uji hipotesis serentak pada parameter variabel independen lokal X_j ($1 \leq j \leq q$) dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_q(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_q(u_i, v_i) \neq 0$$

Statistik Uji:

$$F_3 = \frac{\left(\frac{t_1 DSS_3}{t_2 \sigma^2}\right) / \frac{t_1^2}{t_2}}{\left(\frac{u_1 SSE(H_1)}{u_1 \sigma^2}\right) / \frac{u_1^2}{u_1}} = \left(\frac{DSS_3/t_1}{SSE(H_1)/u_1}\right)$$

dengan DSS_3 merupakan $\mathbf{y}^T \left[(\mathbf{I} - \mathbf{S}_g)^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_g) - (\mathbf{I} - \mathbf{S})^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}) \right] \mathbf{y}$,

$SSE(H_1)$ merupakan hasil dari $\mathbf{y}^T (\mathbf{I} - \mathbf{S})^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}) \mathbf{y}$, dan nilai u_i diperoleh

dari $tr\left[(\mathbf{I} - \mathbf{S})^T (\mathbf{I} - \mathbf{S})\right]^i, i = 1, 2$ serta t_i diperoleh dari hasil nilai

$tr\left[\left[(\mathbf{I} - \mathbf{S}_g)^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_g) - (\mathbf{I} - \mathbf{S})^T (\mathbf{I} - \mathbf{S})\right]^i\right], i = 1, 2, \quad df_1 = \frac{t_1^2}{t}, df_2 = \frac{u_1^2}{u_2}.$

Menolak H_0 jika nilai $F_3 \geq F_{\alpha; df1; df2}$.

3. Pengujian Parsial Signifikan Parameter Model

Menurut Purhadi dan Yasin (2012), uji ini digunakan untuk mengetahui variabel global dan lokal yang berpengaruh signifikan terhadap respon pada model *Mixed GWR*. Pada pengujian ini akan dilakukan dua kali yang pertama pengujian signifikansi suatu variabel global dan yang kedua pengujian signifikansi suatu pada variabel lokal. Untuk pengujian signifikansi pada variabel global x_k ($q+1 \leq k \leq p$) digunakan hipotesis yaitu:

$H_0 : \beta_{q+1} = \beta_{q+2} = \dots = \beta_p = 0$ untuk $p =$ jumlah koef parameter variabel global (variabel global X_p tidak signifikan)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_{q+1} = \beta_{q+2} = \dots = \beta_p \neq 0$ untuk $p =$ jumlah koef parameter variabel global (variabel global X_p signifikan)

$$T_{g_hit} = \frac{\hat{\beta}_p}{\hat{\sigma} \sqrt{g_{pp}}}$$

Dengan g_{kk} adalah elemen diagonal ke- k dari hasil perkalian matriks $\mathbf{G}\mathbf{G}^T$. \mathbf{G}

merupakan hasil dari $\left[X_g^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l) X_g\right]^{-1} X_g^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)$,

$\hat{\sigma}^2 = \frac{\mathbf{y}^T(\mathbf{I}-\mathbf{S})^T(\mathbf{I}-\mathbf{S})\mathbf{y}}{\text{tr}((\mathbf{I}-\mathbf{S})^T(\mathbf{I}-\mathbf{S}))}$ pada signifikansi sebesar α , maka dapat ambil keputusan

tolak H_0 atau parameter $\hat{\beta}_p$ signifikan terhadap model jika $T_{g_hit} >$

$t_{(\alpha/2;df)}$, dengan $df = \frac{u_1^2}{u_2}$.

Uji hipotesis selanjutnya ditunjukkan untuk mengetahui variabel lokal yang berpengaruh signifikan terhadap respon pada model *Mixed* GWR. Untuk menguji signifikansi suatu variabel lokal x_k ($1 \leq k \leq q$) digunakan hipotesis yaitu:

$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_q(u_i, v_i) = 0$ untuk $q =$ jumlah koef parameter variabel lokal (variabel lokal X_q pada lokasi ke- i tidak signifikan)

$H_1 : \text{minimal ada satu } H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_q(u_i, v_i) \neq 0$ untuk $q =$ jumlah koefisien parameter variabel lokal (variabel lokal X_q pada lokasi ke- i tidak signifikan)

$$T_{l_hit} = \frac{\hat{\beta}_q(u_i, v_i)}{\hat{\sigma} \sqrt{m_{qq}}}$$

Dengan m_{kk} adalah elemen diagonal ke- k dari hasil perkalian matriks $\mathbf{M}\mathbf{M}^T$.

\mathbf{M} merupakan hasil dari $[\mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}_l]^{-1} \mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_i, v_i) (\mathbf{I} - \mathbf{X}_g \mathbf{G})$, pada signifikansi sebesar α , maka dapat ambil keputusan tolak H_0 atau parameter

$\hat{\beta}_q(u_i, v_i)$ signifikan terhadap model jika $T_{g_hit} > t_{(\alpha/2;df)}$, dengan $df = \frac{u_1^2}{u_2}$.

2.6 Akaike Information Criterion

Ada beberapa metode yang digunakan untuk memilih model yang sesuai, salah satunya adalah *Akaike Information Criterion* (AIC) yang didefinisikan:

$$AIC_c = 2n \ln(\hat{\sigma}) + n \ln(2\pi) + n \left\{ \frac{n + \text{tr}(\mathbf{S})}{n - 2 - \text{tr}(\mathbf{S})} \right\}$$

dengan $\hat{\sigma}$ merupakan nilai estimator standar deviasi dari *error* hasil estimasi maksimum likelihood, yaitu $\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n}$ dan \mathbf{S} merupakan matriks proyeksi dimana $\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{S}\mathbf{y}$. Pemilihan model terbaik dilakukan dengan menentukan model dengan nilai AIC terkecil (Fotheringham, *et al.*, 2002).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian metode penelitian akan dibahas tentang sumber data penelitian, variabel-variabel yang diteliti serta langkah-langkah dalam mencapai tujuan penelitian. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan data penelitian dengan menggunakan model GWR *adaptive bandwidth* dan *Mixed* GWR yang memiliki sifat lokal dan global untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap PDRB berdasarkan model GWR, dan memilih model yang sesuai dari model regresi global, GWR dengan *adaptive bandwidth* dan *Mixed* GWR pada pemodelan PDRB wilayah Kabupaten/Kota di Jawa Tengah tahun 2011 hingga 2013.

3.1 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah nilai dari Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) atas dasar harga konstan menurut Kota dan Kabupaten di Jawa Tengah. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) adalah jumlah nilai yang dikonsumsi setiap tahunnya dalam suatu daerah di wilayah Kota dan Kabupaten di Jawa Tengah dalam kurun waktu 3 tahun (2011-2013). Variabel PDRB merupakan variabel dependen yang digunakan untuk memodelkan pertumbuhan ekonomi di Jawa Tengah. Variabel Independent yang digunakan adalah variabel Pendapatan Asli Daerah (PAD), Jumlah Angkatan Kerja, Indeks

Pembangunan Manusia, Upah Minimum Regional dan Tingkat Pendapatan setiap tahunnya dalam kurun waktu 3 tahun (2011-2013). Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari publikasi BPS Jawa Tengah dalam bukunya Jawa Tengah Dalam Angka pada tahun terbit 2012 hingga 2014.

Buku Jawa Tengah Dalam Angka terbitan BPS adalah merupakan publikasi rutin tahunan. BPS Provinsi Jawa Tengah bekerjasama dengan BAPPEDA Provinsi Jawa Tengah. Publikasi ini memuat informasi statistik khususnya tentang geografi, kependudukan, ketenagakerjaan, pertambangan, energi, keuangan, dan produk domestik regional bruto yang berkaitan dengan penelitian ini. Data tersebut pada umumnya disajikan secara series serta dilengkapi dengan beberapa grafik. Data yang digunakan adalah data spasial titik atas 35 wilayah Kota dan Kabupaten di Jawa Tengah dalam kurun 3 tahun (2011-2013).

3.2 Variabel Penelitian

Variabel dependen yang digunakan dalam penelitian ini adalah data PBRB yang ada di 35 kota dan kabupaten di seluruh wilayah Jawa Tengah selama tahun 2011 – 2013. Variabel independen yang digunakan adalah PBRB yang ada di Jawa Tengah. Dan sebagai variabel independen yang mempengaruhinya adalah Pengaruh Pendapatan Asli Daerah (PAD), variabel jumlah tenaga kerja, indeks pembangunan manusia, presentasi pengangguran terbuka dan upah minimum regional. Faktor-faktor yang mempengaruhinya dijelaskan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Variabel Data Penelitian

	Variabel Dependen	Tipe Variabel
Y	Nilai PDRB Jawa Tengah Menurut Kota dan Kabupaten (Dalam Ribuan)	kontinu
	Variabel Letak Geografis	
u	Garis Lintang	kontinu
v	Garis Bujur	kontinu
	Variabel Independen	
X ₁	Pendapatan Asli Daerah (Dalam Ribuan)	kontinu
X ₂	Indeks Pembangunan Manusia (Dalam persen)	kontinu
X ₃	Tingkat Pengangguran Terbuka (Dalam Persen)	kontinu
X ₄	Jumlah Angkatan Kerja (Dalam Ribuan)	kontinu
X ₅	Upah Minimum Regional (Dalam Ratusribuan)	kontinu

3.3 Metode Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis data penelitian adalah:

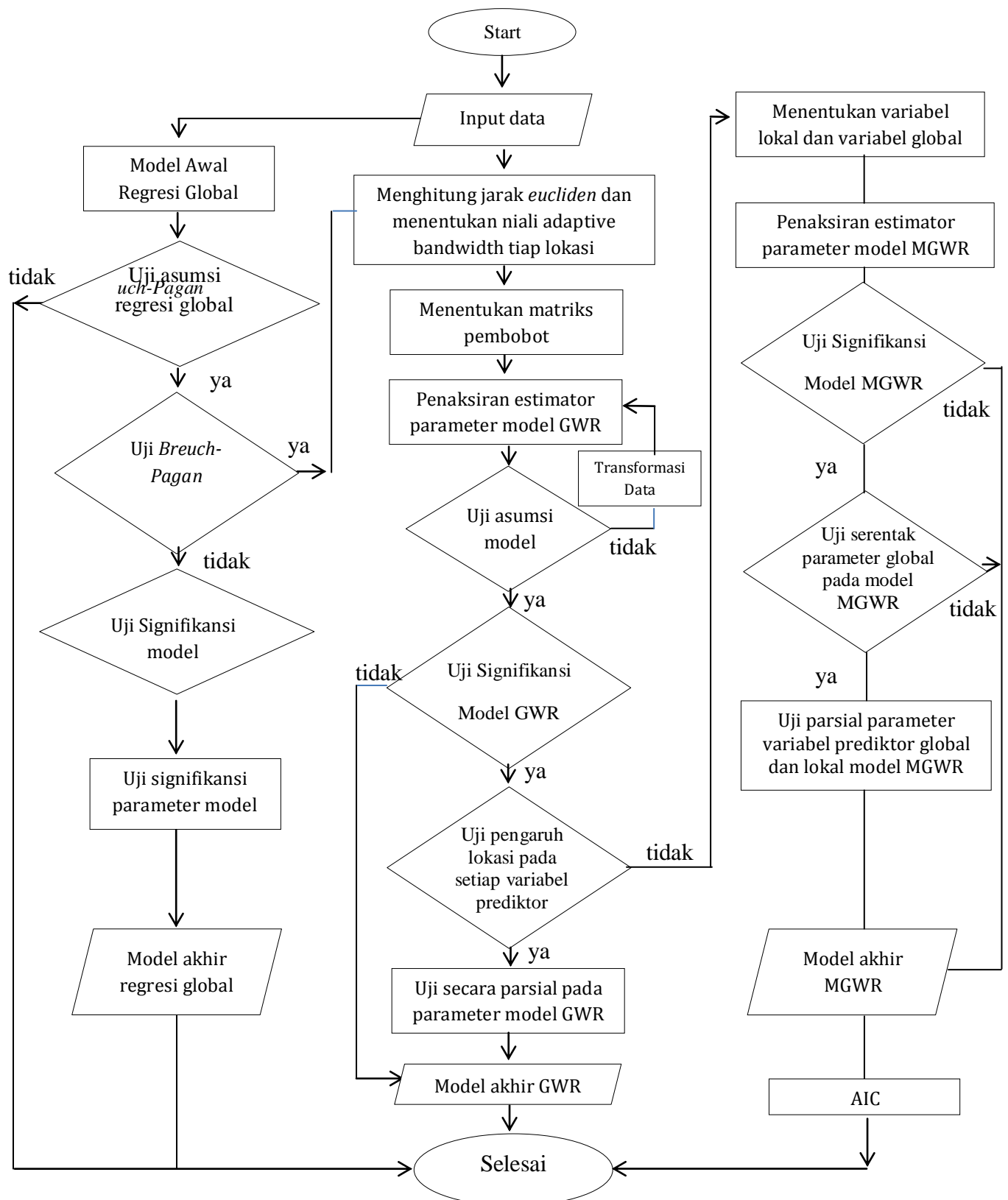
1. Mengumpulkan data variabel dependen dan variabel independen.
2. Menganalisis model regresi global dengan langkah-langkah:
 - a. Melakukan estimasi parameter model regresi global
 - b. Melakukan pengujian asumsi model regresi klasik, yaitu uji normalitas error, autokorelasi error, uji kesamaan varian, multikolinieritas.

- c. Melakukan Uji Breuch-Pagan.
3. Menganalisis model GWR dengan *Adaptive bandwidth* dengan langkah-langkah:
 - a. Menghitung jarak *Eucliden* antara lokasi ke-i yang terletak pada koordinat (u_i, v_i) terhadap lokasi ke-j yang terletak pada koordinat (u_j, v_j) .
 - b. Menentukan *Adaptive bandwidth* optimum dengan menggunakan metode *Cross Validation* (CV).
 - c. Menghitung matriks pembobot dengan *Adaptive bandwidth* optimum.
 - d. Mendapatkan estimator parameter model GWR dengan *Adaptive bandwidth*.
 - e. Melakukan pengujian kesesuaian model pada model GWR yang terbentuk menggunakan uji F_1 test.
 - f. Melakukan pengujian pengaruh lokasi secara parsial pada setiap variabel independen pada model GWR yang terbentuk menggunakan uji F_3 test.
 - g. Melakukan pengujian asumsi model GWR, yaitu uji normalitas error, uji kesamaan varian, multikolinieritas.
4. Menganalisis model *Mixed* GWR dengan langkah-langkah:
 - a. Menentukan variabel global dan variabel lokal
 - b. Mendapatkan estimator parameter model *Mixed* GWR
 - c. Melakukan pengujian kesesuaian model *Mixed* GWR

- d. Melakukan pengujian secara serentak parameter global x_k ($q+1 \leq j \leq p$) pada model *Mixed* GWR
- e. Melakukan pengujian secara serentak parameter lokal x_k ($1 \leq j \leq q$) pada model *Mixed* GWR
- f. Melakukan pengujian secara parsial parameter variabel independen global x_k ($q+1 \leq j \leq p$) pada model *Mixed* GWR.
- g. Melakukan pengujian secara parsial parameter variabel independen lokal x_k ($1 \leq j \leq q$) pada model *Mixed* GWR.
- h. Menghitung nilai AIC.
- i. Membuat kesimpulan

3.4 Diagram Alir Analisis Data

Diagram alir analisis (*flowchart*) sesuai dengan langkah analisis yang telah dipaparkan mulai dari pembuatan model regresi global sampai membandingkan nilai AIC dari kedua model yang terbentuk dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Diagram Alir metodologi penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Memodelkan pertumbuhan ekonomi menggunakan data PDRB pada tahun 2011 hingga 2013 menggunakan *Mixed* GWR, langkah pertama yang harus dilakukan yaitu memodelkan data PDRB yang dipengaruhi oleh Pendapatan Asli Daerah (PAD/X_1), Indeks Pembangunan Manusia (IPM/X_2), Tingkat Pengguran Terbuka (TPT/X_3), Jumlah Angkatan Kerja (JAK/X_4) dan Upah Minimum Regional (UMR/X_5) dengan menggunakan regresi global dan dilakukan pengujian asumsi regresi global. Langkah kedua adalah memodelkan menggunakan GWR yang kemudian dilakukan pengujian asumsi GWR. Langkah ketiga adalah memodelkan menggunakan *Mixed* GWR.

4.1 Analisis Regresi Global

Analisis regresi global digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) tanpa melibatkan faktor lokasi pengamatan. Pengolahan dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS 17. Hasil pemodelan regresi global dapat dilihat pada Hasil Uji Regresi Global, dan Uji Normalitas *Error* di Lampiran 2. Penaksiran nilai koefisien parameter $\hat{\beta}$ dilakukan dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square* atau OLS. $\hat{\beta}$ didapatkan dari perhitungan $(X^T X)^{-1} X^T Y$, sehingga model regresi yang terbentuk adalah:

$$\hat{y} = -95846,1 + 8,919X_1 + 1189,646X_2 + 1332,048X_3 + 36,030X_4 - 1119,988X_5$$

4.1.1 Uji Signifikansi dalam Regresi Global

Untuk mengukur ketepatan model regresi maka dilakukan uji signifikansi parameter, yaitu:

1. Uji Signifikansi Regresi Secara Keseluruhan

Uji signifikansi regresi digunakan untuk mengetahui apakah ada hubungan antara variabel independen dan variabel dependen dengan hipotesis yaitu:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{Paling sedikit ada satu } \beta_j \neq 0 ; j = 1, 2, \dots, k$$

Hasil output untuk model regresi global dapat dilihat pada Lampiran 2. Nilai F_{hitung} yang digunakan untuk menguji kevalidan model diperoleh dengan membagi nilai kuadrat total regresi terhadap kuadrat total galat. Pada taraf signifikansi 5%, diperoleh tabel anova model regresi global dapat dijelaskan pada Tabel 6.

Tabel 6. Tabel Anova

Model	Jumlah Kuadrat	Df	Kuadrat Total	F	Sig
Regresi	$2,340 \times 10^{10}$	5	$4,691 \times 10^9$	36,140	0,000
Galat	$1,285 \times 10^{10}$	99	$1,298 \times 10^9$		
Total	$3,631 \times 10^{10}$	104			

Berdasarkan pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai uji $F = 36,140 > F_{(0,05;6;99)} = 2,31$ dan nilai $\text{sig} = 0,000 < \alpha = 0,05$, maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa minimal ada satu β yang menggambarkan hubungan linier antara variabel independen terhadap variabel depeden.

2. Uji Koefisien Regresi Secara Individu

Uji koefisien regresi secara individu digunakan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen. Hipotesis yang digunakan yaitu:

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, k$$

Untuk melakukan pengujian koefisien regresi secara individu atau uji t dibutuhkan nilai t_{hitung} untuk mengetahui hasil uji t. Nilai t_{hitung} didapatkan dari perhitungan $\frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)}$ dengan nilai $se(\hat{\beta}_j)$ didapatkan dari diagonal matriks varians kovarian ke - j . Hasil output uji koefisien regresi secara individu dapat dilihat pada Lampiran 2 tabel *coefficients*. Pada taraf signifikansi 5%, maka diperoleh nilai uji untuk masing-masing parameter pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji Parameter Model Regresi Global

Variabel Independen	Koefisien	t_{hitung}	Sig	Kesimpulan
Intercept	-95846,100	-1,542	0,126	Tidak Signifikan
X ₁ (PAD)	8,919	5,690	0,000	Signifikan
X ₂ (IPM)	1189,646	1,433	0,155	Tidak Signifikan
X ₃ (TPT)	1332,048	1,673	0,097	Tidak Signifikan
X ₄ (JAK)	36,030	4,140	0,000	Signifikan
X ₅ (UMR)	-1119,988	-0,640	0,524	Tidak Signifikan

Berdasarkan Tabel 7 diperoleh hasil bahwa tidak semua variabel independen berpengaruh signifikan terhadap Produk Daerah Regional Bruto.

Didapatkan 2 variabel yang berpengaruh secara signifikan yaitu variabel Pendapatan Asli Daerah (X_1) dan Jumlah Angkatan Kerja (X_4).

4.1.2 Uji Asumsi Residual Regresi Global

Pemeriksaan terhadap suatu model regresi global diperlukan untuk mengetahui apakah model cocok digunakan. Dengan tujuan untuk mengetahui apakah asumsi-asumsi yang penting telah dilanggar. Suatu model regresi harus memenuhi beberapa asumsi yaitu residual diasumsikan mempunyai distribusi yang identik, tidak ada korelasi serial antar residual, dan residual berdistribusi normal atau IIDN $(0, \sigma^2)$. Pengujian asumsi regresi global menggunakan nilai residual model yang didapatkan dari $y - \hat{y}$. Nilai residual model dapat dilihat pada tabel residual model regresi global pada Lampiran 2. Prosedur pemeriksaan asumsi tersebut adalah:

1. Uji Normalitas Residual

Pengujian asumsi normalitas residual menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan hipotesis yaitu:

H_0 : Residual berdistribusi normal

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal

Tabel 8. Uji *Kolmogorov-Smirnov*

Kolmogorov-Smirnov Z	0,262
Asymp.Sig.(2-tailed)	0,000

Berdasarkan Tabel 8 diketahui bahwa nilai $sig = 0,000$ lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ maka diputuskan menolak H_0 , sehingga dapat disimpulkan bahwa residual model regresi tidak mengikuti distribusi normal.

2. Uji Heteroskedastisitas

Pengujian asumsi heteroskedastisitas dilakukan melalui prosedur uji *Glejser* yaitu dengan cara meregresikan nilai absolut residual terhadap variabel independen. Dengan hipotesis yaitu:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2 \text{ (Homoskedastisitas)}$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 ; i = 1, 2, \dots, n \text{ (Heteroskedastisitas)}$$

Tabel 9. Analisis Heteroskedastisitas

Uji <i>Glejser</i> pada alpha 0,05	
Statistik F <i>Glejser</i>	5,563218
P_Value	0,0001

Berdasarkan Tabel 9 diperoleh nilai p-value (0,0001) dan statistik F *Glejser* (5,563218) dengan statistik tabel (1,15). Sehingga dapat diambil keputusan bahwa H_0 ditolak karena nilai P-Value (0,000) < α (0,05) dan nilai statistik *Glejser* (5.563218) > $F_{(0,05;6;99)} = (2,31)$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat heteroskedastisitas atau terdapat ketidak konstanan nilai varian pada residual regresi global.

3. Uji Non-Multikolinieritas

Pengujian asumsi multikolinieritas dilakukan dengan melihat nilai *Variance Inflation Factors* (VIF). Berdasarkan yang terdapat pada Lampiran 2, nilai VIF dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai VIF Multikolinieritas

Variabel Independen	Nilai VIF	Kesimpulan
X ₁ (PAD)	2,759	Tidak Terdapat Multikolinieritas
X ₂ (IPM)	2,529	Tidak Terdapat Multikolinieritas
X ₃ (TPT)	1,039	Tidak Terdapat Multikolinieritas
X ₄ (JAK)	2,359	Tidak Terdapat Multikolinieritas
X ₅ (UMR)	1,602	Tidak Terdapat Multikolinieritas

Dari Tabel 7 dapat disimpulkan bahwa di dalam model regresi yang terbentuk tidak terjadi multikolinieritas diantara variabel independen.

4. Uji Non-Autokorelasi

Pada asumsi autokorelasi dilakukan dengan melihat nilai Durbin-Watson. Hasil pengujian yang terdapat pada Lampiran 2 menunjukkan bahwa nilai Durbin-Watson (d) sebesar 2,351 dan dengan $\alpha = 5\%$, $n = 105$ dan $k = 5$ didapatkan nilai $d_U = 1,74106$ dan nilai $d_L = 1,62371$. Didapatkan bahwa $4 - d_U = 2,25894 < d = 2,351 < 4 - d_L = 2,37629$ sehingga nilai d terletak diantara daerah keragu-raguan maka uji non-autokorelasi Durbin-Watson tidak menghasilkan keputusan yang bisa diambil pada uji Non-Autokorelasi. Maka dilakukan uji alternatif menggunakan uji *Runs-Test*. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian *Runs Test* adalah :

H_0 : Tidak terjadi autokorelasi (residual independen)

H_1 : Terjadi autokorelasi (residual tidak independen)

Hasil pengujian yang terdapat pada Lampiran 2 menunjukkan bahwa nilai p_value uji *Runs Test* sebesar 0,769. Menerima H_0 karena p_value $0,769 > (\alpha) = 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa residual tidak terdapat autokorelasi.

4.2 Model *Geographically Weighted Regression*

Analisis pemodelan GWR pada penelitian ini menggunakan *software R*. langkah pertama dalam mendapatkan model GWR adalah dengan menentukan letak geografis (*longitude* dan *latitude*) tiap Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa

Tengah yaitu tertera pada Lampiran 1. Selanjutnya adalah mencari nilai *bandwidth* optimum dengan menggunakan metode *Cross Validation* (CV). Nilai *bandwidth* optimum yang didapat dengan pembobot *Exponential Kernel* di setiap lokasinya dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Nilai *Bandwidth* untuk Setiap Lokasi

Lokasi	Bandwidth						
1 - 7	1,7524911	1,4276945	1,5628880	0,8684693	0,9192189	0,9423219	0,8212389
8 - 14	0,7813964	0,9145083	1,0433551	0,8726993	1,1976767	1,0621249	0,9810670
15 - 21	0,7745895	1,3290772	1,2804987	1,1400604	1,6609025	1,1562229	0,8448507
22 - 28	0,7797170	0,7988743	0,8726993	0,9205869	0,9039024	1,0567541	1,3071500
29 - 35	1,5388989	0,7283643	0,9804877	0,8056390	0,7617642	0,9396701	1,3608911

Setelah mendapatkan nilai *bandwidth* optimum, langkah selanjutnya adalah menentukan matriks pembobot pada masing-masing lokasi ke- i $\mathbf{W}(u_i, v_i)$ dengan terlebih dahulu menghitung jarak *euclidian* (u_i, v_i) pada setiap lokasi pengamatan.

Nilai Jarak Euclidean dan Matriks pembobot untuk lokasi pengamatan pertama yaitu pada Kabupaten Cilacap dapat dilihat pada Lampiran 3. Matriks pembobot digunakan sebagai penaksir parameter model GWR dengan memasukan nilai pembobot tersebut kedalam perhitungannya. Nilai koefisien parameter $\hat{\beta}(u_i, v_i)$ pada model GWR didapatkan dari perhitungan menggunakan estimasi *Weighted Least Square* atau WLS yaitu dengan meminimalkan nilai *error* yang terboboti bobot wilayah. Nilai $\hat{\beta}(u_i, v_i)$ dihitung dari perkalian matriks yang melibatkan \mathbf{X} yang terboboti dengan \mathbf{Y} yaitu $(\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y}$.

Setiap nilai parameter ditaksir pada titik pengamatan, sehingga setiap titik pengamatan mempunyai nilai parameter yang berbeda-beda. Model dari *Geographically Weighted Regression* (GWR) dapat ditulis:

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^k \beta_j(u_i, v_i) X_{ij} + \varepsilon_i \quad , i = 1, 2, \dots, n$$

Tabel 12. Nilai Koefisien Parameter $\hat{\beta}(u_i, v_i)$ model GWR

Kab/Kota	B0	B1	B2	B3	B4	B5
Kab, Cilacap	-231624,90	8,135094	3516,180	3070,2920	63,40885	-4254,850
Kab, Banyumas	-172204,46	7,822252	2941,828	2200,6630	49,19049	-2682,180
Kab, Purbalingga	-197881,81	8,139683	2550,416	2629,2450	52,02987	-3267,490
Kab, Banjarnegara	-74157,42	9,521823	1381,801	967,8779	31,91131	-1833,530
Kab, Kebumen	-83207,43	9,482202	1715,572	1089,0510	34,55843	-2162,890
Kab, Purworejo	-63301,15	9,800030	1195,551	887,1540	29,56779	-2214,320
Kab, Wonosobo	-46157,08	10,060399	966,457	636,5854	25,50026	-1724,660
Kab, Magelang	-47240,47	10,204867	366,683	779,0875	22,84812	-2338,290
Kab, Boyolali	-52620,32	9,671824	61,158	877,0362	23,24322	-2227,720
Kab, Klaten	-54051,28	9,481465	201,180	873,9400	25,04377	-2184,790
Kab, Sukoharjo	-55954,56	9,802067	222,871	921,7128	24,12244	-2437,820
Kab, Wonogiri	-40673,15	9,527377	635,950	558,7756	24,42743	-1194,610
Kab, Karanganyar	-34941,09	9,620272	402,037	546,5980	22,96226	-1558,050
Kab, Sragen	-25726,90	9,915112	347,957	418,5687	20,66635	-1398,880
Kab, Grobogan	-70799,00	10,331427	297,412	1152,1550	21,19703	-2615,030
Kab, Blora	-39265,18	9,102970	866,727	249,5532	19,14862	1706,586
Kab, Rembang	-36103,17	9,423737	541,575	292,5381	18,86914	1068,189
Kab, Pati	-27452,27	9,989692	226,702	317,1641	17,29785	-32,548
Kab, Kudus	-46089,02	8,418402	1361,229	164,4628	21,58355	3021,905
Kab, Jepara	-30888,68	10,254944	329,941	425,3619	18,20471	-797,602
Kab, Demak	-49771,23	10,477996	36,636	869,2735	19,18473	-2341,440
Kab, Semarang	-73559,79	10,051549	185,517	1155,3710	23,20438	-2284,930
Kab, Temanggung	-55236,12	10,051116	148,074	889,6416	21,92426	-2048,950
Kab, Kendal	-20785,48	10,354893	704,872	286,9893	21,98545	-1296,310
Kab, Batang	-36095,26	10,105554	699,006	492,2051	24,29040	-1379,190
Kab, Pekalongan	-50262,14	9,841122	823,726	663,0395	25,88283	-1402,620
Kab, Pemalang	-84276,67	9,331931	637,073	1127,4090	30,18426	-1439,130
Kab, Tegal	-128760,07	8,743844	704,318	1744,0060	37,30678	-1893,310
Kab, Brebes	-145465,43	8,838003	751,222	2024,4240	39,88702	-2471,580
Kota Magelang	-46770,00	10,198727	358,214	742,0467	23,20613	-2075,610
Kota Surakarta	-40120,39	9,422827	113,299	692,6546	23,73123	-2091,950
Kota Salatiga	-60926,97	10,013010	120,078	968,1438	21,91212	-2047,270
Kota Semarang	-81160,26	10,187156	310,765	1336,9690	23,56019	-3079,140
Kota Pekalongan	-54750,65	9,802106	694,532	731,4503	26,71559	-1375,020
Kab, Cilacap	-129679,67	8,752169	565,454	1775,3950	37,86077	-1964,480

Hasil dari komputasi untuk model GWR dilakukan dengan menggunakan *software* R menghasilkan nilai taksiran parameter untuk setiap lokasi pengamatan, sehingga diperoleh model GWR dengan nilai parameter koefisien $\beta(u_i, v_i)$ diberikan pada Tabel 12. Interpretasi model pada lokasi pertama (u_1, v_1) yaitu Kabupaten Cilacap adalah:

$$\hat{y} = -231624,9 + 8,1351X_1 + 3516,18X_2 + 3070,2921X_3 + 3070,29X_4 - 4254,846X_5$$

4.2.1 Pengujian Kesesuaian Model GWR (*goodness of fit*)

Pengujian kesesuaian model (*goodness of fit*) diperlukan untuk mengetahui apakah model GWR lebih sesuai digunakan jika dibandingkan dengan model regresi global. Hipotesisnya adalah

$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j$ (tidak ada perbedaan yang signifikan antara model Regresi

Global dengan model GWR)

$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq \beta_j; j = 1, 2, \dots, k \text{ dan } i = 1, 2, \dots, n$ (ada

perbedaan yang signifikan antara model Regresi Global dengan model GWR)

Hasil output untuk model GWR dapat dilihat pada Lampiran 3. Dengan taraf signifikansi yang digunakan adalah 5%, maka diperoleh hasil pada Tabel 13.

Tabel 13. F_1 Uji Kesesuaian Model GWR

Model	F_1 -Statistik	P-value	Kesimpulan
GWR	0,77572	0,1107	Tidak ada perbedaan

Karena model GWR dengan pembobot eksponensial kernel menunjukkan model tidak ada perbedaan dengan model regresi global, maka model GWR

menggunakan alternatif uji F_2 untuk menguji perbedaan model regresi global. Uji F_2 dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. F_2 Uji Kesesuaian Model GWR

Model	F2-Statistik	P-value	Kesimpulan
GWR	1,9075	0,005886	Ada perbedaan

Jadi dari uji F_2 -Statistik tersebut dapat disimpulkan bahwa model GWR dengan pembobot eksponensial kernel berbeda dengan model regresi global.

4.2.2 Pengujian Pengaruh Lokasi Secara Parsial

Uji parsial dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan pengaruh yang signifikan dari variabel independen X_k antara satu lokasi dengan lokasi yang lain. Pengujian ini dapat dilakukan dengan hipotesis yaitu:

$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_k(u_i, v_i)$ (tidak ada perbedaan pengaruh yang signifikan dari variabel independen X_k antara satu lokasi dengan lokasi lainnya)

H_1 : Minimal ada satu $\beta_j(u_i, v_i)$ untuk $j = 1, 2, \dots, k$ dan $I = 1, 2, \dots, n$. (ada perbedaan pengaruh yang signifikan dari variabel independen X_k antara satu lokasi dengan lokasi lainnya)

Hasil output untuk model GWR dapat dilihat pada Lampiran 3 dengan nilai F tabel untuk masing-masing variabel dan Statistik uji F_3 . Dengan taraf signifikansi (α) adalah 5%, maka menolak H_0 jika $F_3 > F_{\text{tabel}}$. Pada Tabel 15 dapat disimpulkan bahwa variabel independen X_1 dan X_5 ada perbedaan pengaruh yang signifikan dari variabel independen X_k antara satu lokasi dengan lokasi yang lainnya. Karena tidak semua variabel independen berpengaruh secara lokal maka

untuk pengujian parsial parameter model sebaiknya dilakukan dengan menggunakan model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR).

Tabel 15. F3 Uji Faktor Geografis Pada Setiap Koefisien Beta GWR

Variabel	F ₃	F tabel
Intersept	1,84056	0,006276
X ₁ (PAD)	0,75703	0,831140
X ₂ (IPM)	1,87577	0,012753
X ₃ (TPT)	1,95151	0,002880
X ₄ (JAK)	2,97915	1,128 10 ⁻⁰⁵
X ₅ (UMR)	1,32809	0,121823

4.2.3 Uji Parsial Parameter Model GWR

Uji pengaruh parsial digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap Pendapatan Asli Daerah yang ada di Provinsi Jawa Tengah pada setiap Kabupaten/Kota dengan hipotesisnya adalah

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0; j = 1, 2, \dots, k \text{ dan } i = 1, 2, \dots, n$$

Hasil output uji parsial parameter model GWR untuk setiap kabupaten/kota dapat dilihat pada Lampiran 3. Dengan menggunakan taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, maka menolak H_0 jika $|t_{hit}| \geq t_{\frac{\alpha}{2}, 90, 075}$ (2,27952). Sebagai contoh untuk Kabupaten Cilacap pada Tabel 16.

Tabel 16. Uji Parameter Model GWR pada Kabupaten Cilacap

Variabel	t_{hitung}	Kesimpulan
<i>Intercept</i>	-3,62183	Signifikan
X ₁ (PAD)	5,22319	Signifikan
X ₂ (IPM)	3,97539	Signifikan
X ₃ (TPT)	3,56267	Signifikan
X ₄ (JAK)	6,85231	Signifikan
X ₅ (UMR)	-2,19461	Tidak Signifikan

Dari Tabel 16 dapat disimpulkan bahwa variabel Pendapatan Asli Daerah (X_1), Indeks Pembangunan Manusia (X_2), Tingkat Pengangguran Terbuka (X_3) dan Jumlah Angkatan Kerja (X_4) berpengaruh secara signifikan terhadap PDRB di Kabupaten Cilacap.

4.2.4 Pengujian Asumsi Model GWR

Dalam pengujian model GWR terdapat asumsi yang harus dipenuhi, yaitu asumsi kenormalan residual, heterogenitas spasial dan asumsi multikolinieritas lokal. Berikut adalah pengujian asumsinya:

1. Asumsi Kenormalan Residual

Pada asumsi ini dapat menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* (K-S) dengan hipotesis:

H_0 : Residual berdistribusi normal

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal

Dengan menggunakan tingkat signifikansi (α) sebesar 5% maka H_0 akan ditolak jika $p\text{-value} < \alpha$, artinya model memiliki residual yang tidak berdistribusi normal.

Tabel 17. Uji Kenormalan Residual GWR

Model	D	P-value
GWR	0,097332	0,3291

Dilihat dari Tabel 17 (Lampiran 3), terlihat bahwa model GWR memiliki nilai p-value yang lebih besar dari nilai α yang sebesar 0,05. Jadi dapat disimpulkan bahwa model GWR memiliki residual yang berdistribusi normal.

2. Heterogenitas Spasial

Heterogenitas spasial terjadi akibat dari adanya perbedaan karakteristik lingkungan dan geografis antar wilayah pengamatan. Pengujian heterogenitas spasial dilakukan dengan menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan Test*. Dengan hipotesisnya adalah

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2 \text{ (Tidak Terdapat Heterogenitas Spasial)}$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 ; i = 1, 2, \dots, n \text{ (Terdapat Heterogenitas Spasial)}$$

Hasil output uji *Breusch-Pagan* dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan nilai statistik uji *Breusch-Pagan* dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Analisis Heterogenitas Spasial

Uji Breusch-Pagan pada alpha 0.05	
Statistik BP	47.200
Tabel 5%	11.070
P_Value	0.000

Berdasarkan Tabel 18 diperoleh nilai P-Value (0,000) dan statistik BP (47,200) dengan statistik tabel $X^2_{(0,95;5)}$ (11,070). Sehingga dapat diambil keputusan bahwa H_0 ditolak karena nilai P-Value (0,000) < α (0,05) dan nilai statistik BP (47,200) > $X^2_{(0,95;5)}$ (11,070). Maka dapat disimpulkan bahwa terdapat kasus heterogenitas spasial atau terdapat karakteristik yang berbeda terhadap data pendapatan asli daerah di Provinsi Jawa Tengah antar tiap Kabupaten dan Kota.

3. Asumsi Multikolinieritas Lokal

Multikolinieritas adalah suatu kondisi dimana terjadi hubungan linier yang sempurna antara variabel independen (X_j) yang menyebabkan taksiran parameter regresi yang dihasilkan akan memiliki *error* yang sangat besar. Untuk mendeteksi adanya multikolinieritas dapat dilihat pada nilai *Variance Inflation Factor* (VIF). Pada model GWR di Kabupaten Cilacap diperoleh nilai $VIF_j(u_i, v_i)$ untuk masing-masing variabel dapat dijelaskan pada Tabel 19, dimana $j = 1, 2, \dots, k$.

Tabel 19. Nilai VIF Variabel Independen untuk Kabupaten Cilacap

Model	X_1 (PAD)	X_2 (IPM)	X_3 (TPT)	X_4 (JAK)	X_5 (UMR)
GWR	2,936324	1,018920	2,624948	2,823346	1,592299

Adanya multikolinieritas ditunjukkan dengan nilai VIF yang lebih besar dari 10. Pada Tabel 19, terlihat bahwa pada kedua model GWR semua variabelnya memiliki nilai VIF yang kurang dari 10. Maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi multikolinieritas pada model GWR di lokasi Kabupaten Cilacap.

4.3 Model *Mixed* GWR PDRB Kabupaten/Kota Jawa Tengah

Berdasarkan analisis GWR dengan menggunakan pembobot *exponential* terdapat 3 variabel independen yang berpengaruh secara lokal yaitu X_2, X_3, X_4 Sedangkan 2 variabel independen yang berpengaruh secara global adalah X_1 dan X_5 . Terdapat sifat yang berpengaruh secara lokal dan secara global sehingga variabel-variabel yang memiliki kedua sifat tersebut akan dibentuk model *Mixed* GWR. Nilai koefisien parameter $\hat{\beta}_g$ pada model *Mixed* GWR didapatkan dari perhitungan menggunakan estimasi *Ordinary Least Square* atau OLS yaitu

dengan meminimalkan nilai *error* yang dikuadratkan. Nilai $\hat{\beta}_g$ dihitung menggunakan persamaan rumus 2.15. Nilai koefisien parameter $\hat{\beta}_l(u_i, v_i)$ lokal pada model *Mixed* GWR didapatkan dari perhitungan menggunakan estimasi *Weighted Least Square* atau WLS yaitu dengan meminimalkan nilai *error* yang terboboti bobot wilayah. Nilai $\hat{\beta}_l(u_i, v_i)$ dihitung menggunakan persamaan rumus 2.16.

Pengolahan *Mixed* GWR dilakukan menggunakan program matlab dengan sintaks program pada Lampiran 6. Pembobot yang digunakan dalam pemodelan *Mixed* GWR yaitu pembobot *exponential*, hasil penghitungan nilai koefisien parameter nilai $\hat{\beta}_l(u_i, v_i)$ lokal dan $\hat{\beta}_g$ dapat dilihat pada Tabel 20 dan pengolahan *Mixed* GWR menggunakan program matlab selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

4.3.1 Pengujian Kesesuaian Model *Mixed* GWR

Pengujian ini dilakukan dengan hipotesisnya adalah

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j \text{ untuk setiap } j = 1, 2, \dots, k \text{ dan } i = 1, 2, \dots, n$$

(tidak ada perbedaan yang signifikan antara model regresi global dengan *Mixed* GWR)

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq \beta_j \text{ untuk setiap } j = 1, 2, \dots, k \text{ dan } i = 1, 2, \dots, n$$

(terdapat perbedaan yang signifikan antara model regresi global dengan *Mixed* GWR)

pada tabel 21 menunjukkan bahwa nilai statistik uji F sebesar 4,0472 dengan *p-value* sebesar 0,0000. Dengan menggunakan tingkat signifikansi α sebesar 5%

maka menolak H_0 karena nilai $p_value < \alpha$ sehingga menyimpulkan bahwa Model

Mixed GWR berbeda dengan Model Regresi Global

Tabel 20. Nilai Koefisien Parameter $\hat{\beta}_l(u_i, v_i)$ dan $\hat{\beta}_g$ model GWR

No	$\hat{\beta}_0(u_i, v_i)$	$\hat{\beta}_1(u_i, v_i)$	$\hat{\beta}_2(u_i, v_i)$	$\hat{\beta}_3(u_i, v_i)$	$\hat{\beta}_4$	$\hat{\beta}_5$
1	-435223,153	5412,24213	3199,892689	83,780	8,9325	-923,0569
2	-364741,632	4598,220023	2293,930737	69,543		
3	-393597,309	4970,125461	2343,657106	73,054		
4	-325053,728	4178,674739	1229,798815	62,763		
5	-324751,465	4136,217429	1540,732658	64,401		
6	-314669,293	4026,177948	1248,243625	62,838		
7	-331500,299	4275,637651	1010,325311	63,670		
8	-325838,333	4190,628448	958,2446628	63,394		
9	-322964,712	4154,798841	916,1041876	63,969		
10	-305277,888	3924,694281	1014,484835	60,805		
11	-320606,278	4121,10504	978,9495006	63,196		
12	-287705,340	3691,413247	1218,425153	58,986		
13	-301947,598	3885,678749	1029,487496	61,014		
14	-314616,677	4067,779247	845,2301021	62,357		
15	-425430,068	5513,32355	681,4833077	73,848		
16	-302241,759	3951,743391	1051,048164	53,856		
17	-328048,751	4345,403868	309,8152772	56,542		
18	-340333,156	4491,303144	223,8487355	59,164		
19	-288215,732	3785,92775	1519,923263	47,090		
20	-288215,732	3785,92775	1519,923263	47,090		
21	-412444,970	5364,691613	220,6550956	73,194		
22	-427152,006	5473,391132	976,5290711	77,918		
23	-402217,763	5120,668547	1143,051584	77,813		
24	-384165,126	4965,741344	872,4039221	70,957		
25	-375894,923	4865,201846	873,8223793	69,202		
26	-362115,075	4666,19576	1095,946897	67,308		
27	-343061,992	4403,480037	1337,866859	64,359		
28	-372537,886	4795,092401	1350,768257	66,010		
29	-349174,268	4486,507936	1448,182686	63,312		
30	-383903,538	4841,402758	1609,531768	77,138		
31	-335300,100	4243,713974	1338,866087	70,530		
32	-418348,387	5282,868612	1627,395378	80,497		
33	-469923,720	6035,802535	1046,581737	81,228		
34	-364778,324	4682,99968	1287,658889	68,543		
35	-384348,257	4946,223677	1362,188473	67,838		

Tabel 21. Uji Kesesuaian Model *Mixed* GWR

Uji Kesesuaian Model <i>MIXED</i> GWR dengan Statistik uji F_1					
Source	SS	df	MS	F1	P
Improvement	3376958727,8635	8,01344	21411349,2852	4,0472	0,0000
<i>MIXED</i> GWR	9474015369,8528	90,9866	104125448,8463		
Regresi	12850974097,7163	99,0000			

4.3.2 Pengujian Serentak Parameter Model *Mixed* GWR

Pada pengujian nantinya akan ada dua pengujian yaitu pengujian hipotesis serentak pada parameter variabel independen global dan lokal. Pertama adalah pengujian hipotesis serentak pada parameter variabel independen global X_p ($4 \leq k \leq 5$). Dengan Hipotesisnya adalah

$$H_0 : \beta_4 = \beta_5 = \dots = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_p \neq 0 \text{ dengan } p = 4,5$$

Pada Tabel 22 menunjukkan bahwa nilai statistik uji F sebesar 16,2481 dengan *p-value* sebesar 0,0000. Dengan menggunakan tingkat signifikansi α sebesar 5% maka menolak H_0 karena nilai *p-value* $< \alpha$ sehingga menyimpulkan bahwa variabel independen global secara serentak berpengaruh terhadap pemodelan PBRB di Kabupaten/Kota di Jawa Tengah.

Tabel 22. Uji Serentak Parameter Global *Mixed* GWR

Uji Serentak Parameter Global MGWR dengan Statistik uji F_2					
Source	SS	df	MS	F_2	P
Improvement	2726927738,4003	1,6118	1691843449,4384	16,2481	0,0000
MGWR	9474015369,8528	90,9866	104125448,8463		
Reduced	12200943108,2531	92,5984			

Kedua adalah pengujian hipotesis serentak pada parameter variabel independen lokal X_q ($1 \leq k \leq 3$). Dengan hipotesisnya adalah

$$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \beta_3(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_q(u_i, v_i) \neq 0 \text{ dengan } q = 1, 2, 3$$

Pada Tabel 23 menunjukkan bahwa nilai statistik uji F sebesar 5,4823 dengan *p-value* sebesar 0,000. Dengan menggunakan tingkat signifikansi α sebesar 5% maka menolak H_0 karena nilai *p-value* $< \alpha$ sehingga menyimpulkan bahwa variabel independen lokal secara serentak berpengaruh terhadap pemodelan PBRB di Kabupaten/Kota di Jawa Tengah.

Tabel 23. Uji Serentak Parameter Lokal *Mixed* GWR

Uji Serentak Parameter Lokal MGWR dengan Statistik uji F_3					
Source	SS	df	MS	F_3	P
Improvement	6857902386,8646	12,0134	570852041,1148	5,4823	0,0000
MGWR	9474015369,8528	90,9866	104125448,8463		
Reduced	16331917756,7174	103,0000			

4.3.3 Pengujian Parsial Parameter model *Mixed* GWR

Uji ini digunakan untuk mengetahui variabel global dan lokal yang berpengaruh signifikan terhadap respon pada model *Mixed* GWR. Untuk pengujian signifikansi pada variabel global X_p ($4 \leq k \leq 5$). Dengan hipotesisnya adalah

$$H_0 : \beta_p = 0 \text{ (variabel global } X_p \text{ tidak signifikan) , } k = 4, 5$$

$$H_1 : \beta_p \neq 0 \text{ (variabel global } X_p \text{ signifikan) , } k = 4, 5$$

Pengujian dilakukan dengan kriteria tolak H_0 bila nilai *p-value* pada output $<$ signifikansi α sebesar 5%. Berdasarkan Tabel 24 diperoleh informasi bahwa dengan menggunakan tingkat signifikansi α sebesar 5% maka dapat disimpulkan bahwa variabel independen global yang berpengaruh signifikan adalah

Pendapatan Asli Daerah (X_1) dan variabel UMR (X_5) tidak berpengaruh signifikan terhadap model

Tabel 24. Ringkasan Statistik Parameter Global *Mixed* GWR

Ringkasan Statistik Parameter Global			
Koefisien	Beta	tStat	P_val
β_1	8,9325	5,8245	0,0000
β_2	-923,0569	-0,5743	0,2835

Selanjutnya adalah menguji signifikansi suatu variabel lokal X_q ($1 \leq k \leq 3$)

digunakan hipotesisya adalah

$H_0 : \beta_q(u_i, v_i) = 0$ (variabel lokal X_q pada lokasi ke-i tidak signifikan)

$H_1 : \beta_q(u_i, v_i) \neq 0$ (variabel lokal X_q pada lokasi ke-i signifikan)

Untuk $q = 1, 2$ dan $i = 1, 2, \dots, 35$

Pengujian dilakukan dengan kriteria tolak H_0 bila nilai *p-value* pada output $<$ signifikansi α sebesar 5%. Pengujian parameter secara parsial pada setiap lokasi, Contoh yaitu pada kabupaten Cilacap dengan masing-masing nilai thitung $\beta_1 = 6,683$ dengan *p-value* = 7,66E-10, nilai thitung $\beta_2 = 3,648$ dengan *p-value* = 0,00021, nilai thitung $\beta_3 = 10,363$ dengan *p-value* = 0,000 maka koefisien parameter yang dihasilkan akan signifikan bila P-value $<$ signifikansi α sebesar 5%. Hasil pengamatan dapat dilihat pada Lampiran 7. Sedangkan ringkasan statistik dari parameter lokal yang dihasilkan:

Tabel 25. Ringkasan Pengujian Parameter Lokal *Mixed* GWR Kabupaten Cilacap

Ringkasan Pengujian Parameter Lokal <i>Mixed</i> GWR Kabupaten Cilacap			
Koefisien	Beta	tStat	P_val
β_0	-435223,153	-7,538	1,33E-11
β_1	5412,24213	6,683	7,66E-10
β_2	3199,892689	3,648	0,0002
β_3	83,780	10,363	0,0000

Tabel 26. Ringkasan Statistik Parameter Lokal *Mixed* GWR

Ringkasan Statistik Parameter Lokal					
Koefisien	Min	Max	Mean	Range	StdV
β_0	-469923,7202	-287705,3402	-355038,4354	182218,3800	46846,8603
β_1	3691,4132	6035,8025	4562,3144	2344,3893	579,8865
β_2	220,6551	3199,8927	1220,7142	2979,2376	564,0808
β_3	47,0902	83,7797	66,4917	36,6895	8,6072

4.4 Interpretasi Model dan Pemilihan Model Terbaik

Model *Mixed* GWR yang dihasilkan pada masing-masing lokasi pengamatan akan berbeda-beda bergantung pada nilai parameter *Mixed* GWR dan variabel independen yang signifikan mempengaruhi variabel dependen. Misalkan pada lokasi pengamatan pertama, yaitu Kabupaten Cilacap. Model yang dihasilkan pada pemodelan *Mixed* GWR menggunakan fungsi pembobot *exponential* adalah

$$y_1 = -435223,153 + 5412,24213 X_1 + 3199,892689 X_2 + 83,780 X_3 + 8,9325 X_4$$

Nilai PDRB Jawa Tengah Menurut Kota dan Kabupaten (Dalam Ribuan), Pendapatan Asli Daerah (Dalam Ribuan), Indeks Pembangunan Manusia (Dalam persen), Tingkat Pengangguran Terbuka (Dalam Persen), Jumlah Angkatan Kerja (Dalam Ribuan).

Membandingkan model regresi global, model GWR dan model *Mixed* GWR, dilakukan untuk mengetahui model mana yang lebih baik diterapkan untuk menggambarkan fenomena persentase penduduk di Kabupaten/Kota di Jawa Tengah. Kriteria pemilihan model yang sesuai dengan membandingkan nilai AIC dari ketiga model tersebut dan memenuhi asumsi model regresi. Model terbaik adalah model dengan nilai AIC terkecil. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 27.

Tabel 27. Hasil Perbandingan Regresi Global, GWR dan *Mixed* GWR

Statistik Uji	Model	Regresi Global	GWR	Mixed GWR
Uji Asumsi Residual <i>Regresi</i>				
a. Uji Normalitas Residual		Tidak Terpenuhi	Terpenuhi	-
b. Uji Heteroskedastisitas		Heteroskedastisitas	Heterogenitas	-
c. Non-Multikolinieritas		Terpenuhi	Terpenuhi	-
d. Uji Non-Autokorelasi		Terpenuhi	-	-
Uji Signifikansi Regresi Secara Keseluruhan (Uji F)		-	Signifikan	Signifikan
Uji Koefisien Regresi Secara Individu (Uji t)		-	-	-
a. Pengujian Kesesuaian Model GWR/MGWR (goodness of fit/Uji F)		-	Signifikan	Signifikan
b. Pengujian Pengaruh Lokasi Secara Parsial (Uji F ₃)		-	X ₁ dan X ₅ Bersifat Global	-
Pengujian Serentak Parameter Model Mixed GWR (Uji F ₃)				
a. Pengaruh Lokal		-	-	Signifikan
b. Global		-	-	Signifikan
Uji Parsial Parameter Model GWR/MGWR*		-	X ₂ , X ₃ dan X ₄ Signifikan Mempengaruhi Model	X ₁ Signifikan Secara Global dan X ₅ Tidak Signifikan Secara Global
AIC		2283,774	2251,637	2248,117
R ²		0,645	0,7798434	0,7691
<i>Residual Sum Square</i> (RSS)		1,285 x 10 ¹⁰	12.334.912.903	9.474.015.369

Ket* : Kabupaten Cilacap

Berdasarkan Tabel 27 diperoleh bahwa model *Mixed* GWR dengan menggunakan pembobot fungsi kernel *exponential* mempunyai nilai AIC yaitu 2248,117 dan *Residual Sum Square* (RSS) yaitu 9.474.015.369. Sehingga disimpulkan bahwa model *Mixed* GWR lebih baik digunakan untuk PBRB di Kabupaten/Kota di Jawa Tengah karena mempunyai dengan AIC dan RSS yang tidak bias dan terkecil. Model yang telah dibentuk dengan model *Mixed* GWR dapat digunakan untuk mengestimasi

nilai \hat{y} pada masing masing wilayah Kabupaten/Kota di Jawa Tengah. Sehingga akan didapatkan nilai PDRB hasil estimasi, dengan membandingkan nilai PDRB hasil estimasi dan nilai PDRB pada periode sebelumnya akan menghasilkan nilai pertumbuhan ekonomi pada periode tersebut.

BAB V

KESIMPULAN

Model *Geographically Weighted Regression* diaplikasikan untuk memodelkan data yang memiliki keberagaman variansi. Model GWR mengasumsikan bahwa setiap variabel amatan memiliki sifat kelokalan yang harus dipenuhi. Dalam penelitian ini, model GWR yang diregrsikan dapat disimpulkan bahwa variabel X_2 (IPM), variabel X_3 (TPT) dan variabel X_4 (JAK) mempengaruhi secara lokal terhadap setiap wilayah di Jawa Tengah dan variabel X_1 (PAD) dan X_5 (UMR) mempengaruhi secara global untuk keseluruhan wilayah di Jawa Tengah. Sehingga pemodelan dilakukan dengan menggunakan model *Mixed GWR*.

Berdasarkan model *Mixed GWR*, faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap PDRB di Kabupaten/Kota di Jawa Tengah secara lokal adalah IPM, TPT dan JAK. Sedangkan pada variabel yang mempengaruhi secara global PAD berpengaruh secara signifikan terhadap model dan UMR tidak berpengaruh secara signifikan model. Model *Mixed GWR* memiliki nilai AIC yaitu sebesar 2248,117. Sehingga disimpulkan bahwa model *Mixed GWR* sangat tepat untuk memodelkan data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), dengan variabel independen yang mempengaruhinya adalah pengaruh Pendapatan Asli Daerah (PAD), variabel jumlah tenaga kerja, indeks pembangunan manusia, persentase pengangguran terbuka dan upah minimum regional.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariefianto, M.D. 2012. *Ekonometrika*. Jakarta: Erlangga.
- Arsyad, L. 1999. *Pengantar Perencanaan dan Pembangunan Ekonomi Daerah*. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2012. *Jawa Tengah Dalam Angka 2011*. Semarang: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah.
- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2013. *Jawa Tengah Dalam Angka 2012*. Semarang: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah.
- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2014. *Jawa Tengah Dalam Angka 2013*. Semarang: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah.
- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2016a. diakses dari <https://www.bps.go.id/Subjek/view/id/6>. diakses pada tanggal 17 Juni 2016 pada jam 20.20 WIB.
- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2016b. diakses dari [https:// ipm.bps.go.id/](https://ipm.bps.go.id/), diakses pada tanggal 21 Juni 2016 pada jam 19.30 WIB.
- Boediono. 1999. *Teori Pertumbuhan Ekonomi*. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- Chasco, C. Garcia, I. dan Vicens, J. 2007. *Modeling Spastial Variations in Household Disposable Income with Geographically Weighted Regression*. Munich Personal RePec Arkhive (MPRA) Working Papper No. 1682.
- Draper, N.R. dan Smith, H. 1992. *Applied Regression Analysis Third Edition*. Canada: A Wiley Interscience Publication.
- Fotheringham, A.S., Brundson, C. dan Charlton, M. 2002. *Geographically Weighted Regression*. Chichester, UK: John Wiley and Sons.
- Gujarati N. D. 2004. *Basic Econometrics fourth edition*. McGraw-Hill
- Isbiyantoro, K., Wilandari, Y. dan Sugito. 2011. *Perbandingan Model Pertumbuhan Ekonomi Di Jawa Tengah Dengan Metode Regresi Global Dan Metode Geographically Weighted Regression*. Jurnal Gaussian. Volume 3, Nomor 3, Tahun 2014, Halaman 461 - 469.
- Kuncoro, M. 2006. *Otonomi dan Pembangunan Daerah: Reformasi, Perencanaan, Strategi, dan Peluang*. Jakarta: Erlangga.

- Leung, Y., Mei, C.L., dan Zhang, W.X., 2000. *Statistical Test for Spatial Non-Stasionarity Based on the Geographically Weighted Regression Model*. Departement of Geography and The Centre for Environmental Studies The Chinese University of Hong Kong, Shatin, Hong Kong.
- Maipita, I. 2014. *Mengukur Kemiskinan dan Distribusi Pendapatan*, Edisi 1. UPP STIM YKPN. Yogyakarta.
- Mankiw, N. G. 2006. *Makro Ekonomi Edisi Keenam*. Alih bahasa : Fitria Liza & Imam Nurmawan. Jakarta : Erlangga.
- Maulani, A. 2013. *Aplikasi Model Geographically Weighted Regression (GWR) untuk Menentukan Faktor yang Mempengaruhi Kasus Gizi Buruk Anak Balita Di Jawa Barat*. Thesis.Universitas Pendidikan Indonesia.
- Montgomery, D. C. dan Peck, A. E. 1982. *Introduction to Linear Regression Analysis*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Nopirin. 2011. *Ekonomi Moneter Buku II, Edisi ke 1*. Yogyakarta : BPFYogyakarta.
- Purhadi dan Yasin, H. 2012. *Mixed Geographically Weighted Regression Model Case Study : The Percentage Of Poor Households In Mojokerto 2008*. *European Journal of Scientific Research*, Vol.69, issue 2, hal.188-196
- Rakhmasanti, L.A., Waego, H. N., Eni, S., 2013. *Kajian Model Regresi Logistik dan Geographically Weighted Logistic Regression (GWLR) dengan Fungsi Pembobot Adaptive Gaussian Kernel dan GWLR Dengan Fungsi Pembobot Bisquare Kernel*. *Jurnal Statistik UB*. Halaman 292-296.
- Sukirno, S. 2011, *Ekonomi Pembangunan*, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Suparjan dan Suyanto, H. 2003. *Pengembangan Masyarakat dari pembangunan Sampai Pemberdayaan*. Yogyakarta: Aditya Media.
- Tarigan, R. 2005. *Ekonomi Regional : Teori dan Aplikasi Edisi Revisi*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Todaro, M.P. dan Stephen C. S. 2006. *Pembangunan Ekonomi Edisi Kesembilan*. Jakarta: Erlangga.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Struktur Data Penelitian

1.1 Data variabel dependen dan variabel independen tiap Kabupaten dan Kota Provinsi Jawa Tengah Tahun 2011-2013.

No	Tahun	Kab/Kota	Y (PDRB)	X ₁ (PAD)	X ₂ (IPM)	X ₃ (TPT)	X ₄ (JAK)	X ₅ (UMR)	u	v
1	2011	Kab. Cilacap	78156,819	1731,4133	72,34	6,52	853,137	7,2	-7,72868	108,792
2	2011	Kab. Banyumas	24538,596	1932,6334	72,96	4,95	800,633	7,5	-7,48155	109,055
3	2011	Kab. Purbalingga	11474,221	949,37162	72,5	5,54	434,13	7,65	-7,38971	108,883
4	2011	Kab. Banjarnegara	9952,4037	711,0705	70,39	5,57	454,525	7,3	-7,37881	109,624
5	2011	Kab. Kebumen	13068,986	733,39838	71,61	5,18	589,33	7,28	-7,64567	109,692
6	2011	Kab. Purworejo	8993,8143	889,41782	72,9	4,57	361,917	7,55	-7,73887	109,965
7	2011	Kab. Wonosobo	9489,5505	673,97977	71,06	5,74	392,465	7,75	-7,32978	109,892
8	2011	Kab. Magelang	15323,039	904,62631	72,69	5,98	628,377	8,03	-7,56609	110,24
9	2011	Kab. Boyolali	14592,026	964,89134	71,24	5,24	487,936	8,01	-7,53676	110,6
10	2011	Kab. Klaten	18071,351	722,9379	74,1	6,21	602,176	7,66	-7,70011	110,625
11	2011	Kab. Sukoharjo	17319,639	961,66807	73,96	5,48	435,414	7,91	-7,68377	110,397
12	2011	Kab. Wonogiri	13786,711	771,41691	71,86	3,41	501,992	7,3	-7,80352	110,992
13	2011	Kab. Karanganyar	17205,064	1040,8074	73,82	5,51	431,653	8,02	-7,60814	110,917
14	2011	Kab. Sragen	16870,231	945,18999	71,33	5,69	459,766	7,6	-7,42806	110,958
15	2011	Kab. Grobogan	13172,712	879,12458	71,26	5,2	684,731	7,35	-7,05728	110,333
16	2011	Kab. Blora	10597,723	670,2177	71,25	6,11	452,639	8,16	-6,93188	111,408
17	2011	Kab. Rembang	8808,3028	739,31946	72,44	5,92	318,985	7,58	-6,73008	111,25
18	2011	Kab. Pati	19893,325	1344,7556	73,48	7,37	651,095	7,7	-6,74371	111,042
19	2011	Kab. Kudus	55175,795	1026,2195	73,23	6,21	408,79	8,4	-6,80644	111,717

20	2011	Kab. Jepara	14073,724	1037,8333	73,11	6,26	562,7	7,58	-6,55002	110,786
21	2011	Kab. Demak	12275,703	745,59136	73,09	5,7	536,414	8,48	-6,87462	110,64
22	2011	Kab. Semarang	22925,457	1297,71	74,44	6,12	496,109	8,8	-7,13155	110,454
23	2011	Kab. Temanggung	10301,57	632,38489	74,47	5,24	380,592	7,79	-7,32161	110,579
24	2011	Kab. Kendal	20032,434	932,89527	70,85	5,59	472,944	8,44	-6,91552	109,983
25	2011	Kab. Batang	10719,485	601,55029	71,06	5,91	369,571	8,05	-6,89388	109,862
26	2011	Kab. Pekalongan	10834,201	821,0527	71,86	6,12	419,446	8,1	-7,06551	109,64
27	2011	Kab. Pemalang	11847,199	796,77543	70,22	6,33	631,743	7,25	-6,92915	109,483
28	2011	Kab. Tegal	16071,82	901,33274	71,09	6,89	702,72	7,25	-6,98581	109,155
29	2011	Kab. Brebes	21498,422	782,75825	68,6	6,63	882,972	7,17	-6,83985	108,943
30	2011	Kota Magelang	4255,6622	635,57702	76,83	8,28	64,238	7,95	-7,46324	110,211
31	2011	Kota Surakarta	22848,439	1810,9682	78,18	6,36	266,308	8,26	-7,57761	110,757
32	2011	Kota Salatiga	6230,2195	606,1134	76,83	6,92	89,609	9,61	-7,34068	110,501
33	2011	Kota Semarang	86142,967	5229,2503	77,41	6,39	828,235	8,43	-6,9755	110,39
34	2011	Kota Pekalongan	4878,3322	633,44978	74,9	7,29	141,466	8,1	-6,89678	109,683
35	2011	Kota Tegal	7341,5402	1172,4429	74,2	7,14	124,049	7,35	-6,86235	109,12
36	2012	Kab. Cilacap	79702,238	1966,7344	72,76	7,4	773,687	7,73	-7,72868	108,792
37	2012	Kab. Banyumas	25982,158	2421,0651	73,32	5,06	749,349	7,95	-7,48155	109,055
38	2012	Kab. Purbalingga	12138,445	1127,2759	72,96	5,14	470,965	8,19	-7,38971	108,883
39	2012	Kab. Banjarnegara	10473,363	942,71468	70,7	3,76	505,916	7,65	-7,37881	109,624
40	2012	Kab. Kebumen	13707,057	1023,4417	71,86	3,66	631,905	7,7	-7,64567	109,692
41	2012	Kab. Purworejo	9406,2429	982,62003	73,52	3,28	356,451	8,09	-7,73887	109,965
42	2012	Kab. Wonosobo	9935,9053	823,35296	71,44	5,37	416,421	8,25	-7,32978	109,892
43	2012	Kab. Magelang	16071,143	1237,2278	73,13	4,47	654,887	8,7	-7,56609	110,24
44	2012	Kab. Boyolali	15369,974	1277,2521	71,49	4,52	521,534	8,36	-7,53676	110,6
45	2012	Kab. Klaten	19102,403	847,56022	74,46	3,66	622,99	8,12	-7,70011	110,625
46	2012	Kab. Sukoharjo	18342,247	1649,5432	74,2	5,98	428,077	8,43	-7,68377	110,397

47	2012	Kab. Wonogiri	14605,088	1000,3719	72,58	3,6	527,77	7,75	-7,80352	110,992
48	2012	Kab. Karanganyar	18189,077	1167,0689	74,62	5,79	442,583	8,46	-7,60814	110,917
49	2012	Kab. Sragen	17902,105	1276,9584	71,84	6	494,358	8,1	-7,42806	110,958
50	2012	Kab. Grobogan	13842,047	1054,6332	71,76	4,33	727,611	7,85	-7,05728	110,333
51	2012	Kab. Blora	11116,866	819,87007	71,48	4,88	464,309	8,55	-6,93188	111,408
52	2012	Kab. Rembang	9277,1632	1027,2749	72,81	5,8	336,613	8,16	-6,73008	111,25
53	2012	Kab. Pati	21072,329	1637,3367	73,8	12,2	640,664	8,38	-6,74371	111,042
54	2012	Kab. Kudus	57440,811	1136,2225	73,69	5,85	436,041	8,89	-6,80644	111,717
55	2012	Kab. Jepara	14769,977	1290,7657	73,53	4,2	573,832	8	-6,55002	110,786
56	2012	Kab. Demak	12823,227	1053,6337	73,52	8,44	539,243	8,93	-6,87462	110,64
57	2012	Kab. Semarang	24306,718	1561,9274	74,97	4,88	539,95	9,42	-7,13155	110,454
58	2012	Kab. Temanggung	10740,983	766,37673	74,73	3,4	411,144	8,66	-7,32161	110,579
59	2012	Kab. Kendal	21075,717	1201,6214	71,47	6,34	486,142	8,93	-6,91552	109,983
60	2012	Kab. Batang	11684,588	847,2005	71,41	5,9	378,879	8,8	-6,89388	109,862
61	2012	Kab. Pekalongan	11354,201	1147,9337	72,36	5,07	427,457	8,73	-7,06551	109,64
62	2012	Kab. Pemasang	12477,235	979,51208	70,66	4,82	612,211	7,93	-6,92915	109,483
63	2012	Kab. Tegal	16912,25	1187,4162	71,74	6,05	638,632	7,95	-6,98581	109,155
64	2012	Kab. Brebes	22482,263	1018,0686	69,36	8,2	802,643	7,75	-6,83985	108,943
65	2012	Kota Magelang	4484,2681	909,86302	77,26	8,71	63,17	8,37	-7,46324	110,211
66	2012	Kota Surakarta	24123,782	2316,721	78,59	6,07	272,144	8,64	-7,57761	110,757
67	2012	Kota Salatiga	6574,9073	631,71463	77,12	6,69	89,736	9,01	-7,34068	110,501
68	2012	Kota Semarang	91282,029	7866,8341	77,98	5,82	803,707	9,92	-6,9755	110,39
69	2012	Kota Pekalongan	5151,8135	912,05786	75,24	7,44	142,422	8,96	-6,89678	109,683
70	2012	Kota Tegal	7650,4796	1566,6303	74,62	8,49	111,552	7,95	-6,86235	109,12
71	2013	Kab. Cilacap	81369,806	2785,0755	73,34	6,76	781,886	8,88	-7,72868	108,792
72	2013	Kab. Banyumas	27772,165	3083,4943	73,96	5,46	740,737	8,78	-7,48155	109,055

73	2013	Kab. Purbalingga	12819,16	1228,5874	73,49	5,72	458,119	8,97	-7,38971	108,883
74	2013	Kab. Banjarnegara	11024,483	989,7532	71,12	4,17	467,495	8,35	-7,37881	109,624
75	2013	Kab. Kebumen	14344,827	1314,8174	72,25	3,58	593,012	8,35	-7,64567	109,692
76	2013	Kab. Purworejo	9886,89	1257,5604	74,17	5,11	368,264	8,49	-7,73887	109,965
77	2013	Kab. Wonosobo	10457,818	1087,2951	71,89	5,83	376,939	8,8	-7,32978	109,892
78	2013	Kab. Magelang	17083,609	1732,5365	73,66	6,22	623,019	9,42	-7,56609	110,24
79	2013	Kab. Boyolali	16265,749	1607,2545	71,88	5,46	528,893	8,95	-7,53676	110,6
80	2013	Kab. Klaten	20299,991	1154,5416	74,9	5,38	626,615	8,72	-7,70011	110,625
81	2013	Kab. Sukoharjo	19403,139	1929,7172	74,91	5,99	431,087	9,02	-7,68377	110,397
82	2013	Kab. Wonogiri	15305,298	1115,9261	73,09	3,65	515,142	8,3	-7,80352	110,992
83	2013	Kab. Karanganyar	19224,636	1617,2433	75,26	3,82	439,929	8,97	-7,60814	110,917
84	2013	Kab. Sragen	19102,982	1467,2155	72,31	5,7	474,394	8,64	-7,42806	110,958
85	2013	Kab. Grobogan	14471,229	1435,9862	72,36	6,05	705,758	8,42	-7,05728	110,333
86	2013	Kab. Blora	11712,505	951,86717	72,1	6,25	470,816	9,32	-6,93188	111,408
87	2013	Kab. Rembang	9778,9504	1268,0808	73,53	5,98	330,496	8,96	-6,73008	111,25
88	2013	Kab. Pati	22314,754	1691,2742	74,58	7,3	641,599	9,28	-6,74371	111,042
89	2013	Kab. Kudus	60042,55	1449,9509	74,08	8,01	437,11	9,9	-6,80644	111,717
90	2013	Kab. Jepara	15634,313	1337,7806	74,13	6,28	578,38	8,75	-6,55002	110,786
91	2013	Kab. Demak	13499,226	1337,7806	73,84	7,04	530,54	9,95	-6,87462	110,64
92	2013	Kab. Semarang	25976,021	2156,8452	75,47	3,89	532,685	10,51	-7,13155	110,454
93	2013	Kab. Temanggung	11400,498	1020,802	75	4,86	410,34	9,4	-7,32161	110,579
94	2013	Kab. Kendal	22324,824	1328,707	72,03	6,42	483,212	9,53	-6,91552	109,983
95	2013	Kab. Batang	12874,152	1396,3447	72,03	6,98	374,381	9,7	-6,89388	109,862
96	2013	Kab. Pekalongan	12034,806	1485,5094	73,14	4,75	417,29	9,62	-7,06551	109,64
97	2013	Kab. Pemalang	13166,859	1363,6228	71,26	6,55	593,205	9,08	-6,92915	109,483
98	2013	Kab. Tegal	18053,605	1562,4486	72,22	6,93	615,63	8,5	-6,98581	109,155
99	2013	Kab. Brebes	23823,557	1350,054	69,85	9,54	907,226	8,59	-6,83985	108,943

100	2013	Kota Magelang	4755,2692	1077,3984	77,9	6,8	62,351	9,02	-7,46324	110,211
101	2013	Kota Surakarta	25612,681	2984,0085	79,1	7,18	279,953	9,16	-7,57761	110,757
102	2013	Kota Salatiga	6986,91	1061,0045	77,54	6,2	91,639	9,74	-7,34068	110,501
103	2013	Kota Semarang	97340,979	9259,1931	78,54	5,96	833,939	12,09	-6,9755	110,39
104	2013	Kota Pekalongan	5456,1871	1142,5244	75,74	5,28	138,916	9,8	-6,89678	109,683
105	2013	Kota Tegal	8067,3757	1763,7734	75,02	9,25	125,823	8,6	-6,86235	109,12

Lampiran 2 Hasil Uji Regresi Global,dan Uji Normalitas *Error*

2.1 Output regresi Global

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.804 ^a	.646	.628	1.13933234E4	2.351

a. Predictors: (Constant), x5, x3, x4, x2, x1

b. Dependent Variable: y

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2.346E10	5	4.691E9	36.140	.000 ^a
	Residual	1.285E10	99	1.298E8		
	Total	3.631E10	104			

a. Predictors: (Constant), x5, x3, x4, x2, x1

b. Dependent Variable: y

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-95846.100	62173.325		-1.542	.126		
	x1	8.919	1.568	.565	5.690	.000	.362	2.759
	x2	1189.646	830.153	.136	1.433	.155	.395	2.529
	x3	1332.048	796.070	.102	1.673	.097	.971	1.030
	x4	36.030	8.703	.379	4.140	.000	.426	2.350
	x5	-1119.988	1750.543	-.048	-.640	.524	.624	1.602

a. Dependent Variable: y

2.2 Residual Model Regresi Global

ε_i	$y - \hat{y}$	ε_i	$y - \hat{y}$	ε_i	$y - \hat{y}$
1	41140,799	36	42371,631	71	37895,127
2	-10690,730	37	-11826,739	72	-15999,554
3	-1850,383	38	-3509,772	73	-3799,366
4	96,674	39	-865,930	74	388,153
5	-2797,236	40	-4082,490	75	-4271,712
6	-489,946	41	873,666	76	-4286,557
7	1681,176	42	532,846	77	-409,003
8	-4987,785	43	-5923,133	78	-10335,544
9	1492,109	44	-672,921	79	-4041,032
10	-2073,048	45	580,150	80	-3233,555
11	2473,330	46	-2744,328	81	-4488,066
12	2810,916	47	52,708	82	119,899
13	2038,172	48	670,293	83	220,119
14	3795,330	49	161,985	84	830,455

15	-6962,505	50	-8279,541	85	-12630,969
16	395,119	51	960,565	86	-1555,684
17	992,765	52	-1372,655	87	-2998,653
18	-8322,717	53	-15430,434	88	-8095,690
19	41157,834	54	41940,914	89	39495,849
20	-6435,489	55	-5681,585	90	-8044,919
21	-2902,048	56	-8861,391	91	-7779,688
22	2468,221	57	1628,820	92	198,227
23	-53,881	58	1205,648	93	-1812,408
24	8237,412	59	5220,452	94	5340,818
25	4491,570	60	3367,169	95	-1347,476
26	-324,018	61	-1498,840	96	-2967,788
27	-6024,314	62	-4070,905	97	-7852,795
28	-7070,552	63	-5343,079	98	-7845,280
29	-3861,918	64	-4428,492	99	-11243,572
30	-1407,711	65	-4201,042	100	-2884,027
31	719,265	66	-2402,575	101	-8649,780
32	3586,285	67	2987,429	102	472,475
33	14344,597	68	-1408,467	103	-7280,195
34	234,124	69	-1652,971	104	-54,722
35	-1290,088	70	-5672,740	105	-8288,666

2.3 Output Normalitas *Error*

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual	.262	105	.000	.654	105	.000

a. Lilliefors Significance Correction

2.4 Output Homogenitas Varian *Error*

Heteroskedasticity Test: Glejser

F-statistic	5.563218	Prob. F(5,99)	0.0001
Obs*R-squared	23.03091	Prob. Chi-Square(5)	0.0003
Scaled explained SS	41.32077	Prob. Chi-Square(5)	0.0000

2.5 Output Runs Test

Runs Test

	Unstandardized Residual
Test Value ^a	-1408.46666
Cases < Test Value	52
Cases >= Test Value	53
Total Cases	105
Number of Runs	52
Z	-.293
Asymp. Sig. (2-tailed)	.769

a. Median

Lampiran 3. Output model GWR

3.1 Contoh Matriks Pembobot untuk Kabupaten Cilacap dengan fungsi pembobot *Adaptive Exponential Kernel*.

No	Kabupaten/Kota	<i>Adaptive Exponential Kernel</i>
1	Kab. Cilacap	1,00000
2	Kab. Banyumas	0,77664
3	Kab. Purbalingga	0,798862
4	Kab. Banjarnegara	0,353714
5	Kab. Kebumen	0,374094
6	Kab. Purworejo	0,287986
7	Kab. Wonosobo	0,240559
8	Kab. Magelang	0,154937
9	Kab. Boyolali	0,136952
10	Kab. Klaten	0,172554
11	Kab. Sukoharjo	0,158843
12	Kab. Wonogiri	0,159143
13	Kab. Karanganyar	0,134805
14	Kab. Sragen	0,10764
15	Kab. Grobogan	0,11417
16	Kab. Blora	0,127765
17	Kab. Rembang	0,125942
18	Kab. Pati	0,115973
19	Kab. Kudus	0,15778
20	Kab. Jepara	0,134884
21	Kab. Demak	0,089845
22	Kab. Semarang	0,103836
23	Kab. Temanggung	0,100842
24	Kab. Kendal	0,191574
25	Kab. Batang	0,228963
26	Kab. Pekalongan	0,303926
27	Kab. Pemalang	0,367879
28	Kab. Tegal	0,531244
29	Kab. Brebes	0,556632
30	Kota Magelang	0,137794
31	Kota Surakarta	0,133986
32	Kota Salatiga	0,113576
33	Kota Semarang	0,098363
34	Kota Pekalongan	0,273281
35	Kota Tegal	0,506268

3.2 Hasil Pemodelan Dengan Menggunakan Model GWR.

```

*****
*           Results of Geographically Weighted Regression           *
*****

*****Model calibration information*****
Kernel function: exponential
Adaptive bandwidth: 20 (number of nearest neighbours)
Regression points: the same locations as observations are used.
Distance metric: A distance matrix is specified for this model
calibration.

*****Summary of GWR coefficient estimates:*****
           Min.      1st Qu.      Median      3rd Qu.      Max.
Intercept -2.316e+05 -8.116e+04 -5.405e+04 -4.012e+04 -20790.00
x1          7.822e+00  9.332e+00  9.800e+00  1.006e+01   10.48
x2          3.664e+01  2.267e+02  5.655e+02  8.667e+02  3516.00
x3          1.645e+02  5.466e+02  8.739e+02  1.152e+03  3070.00
x4          1.730e+01  2.191e+01  2.373e+01  3.018e+01   63.41
x5         -4.255e+03 -2.338e+03 -2.047e+03 -1.379e+03  3022.00
*****Diagnostic information*****
Number of data points: 105
Effective number of parameters (2trace(S) - trace(S'S)): 25.61858
Effective degrees of freedom (n-2trace(S) + trace(S'S)): 79.38142
AICc (GWR book, Fotheringham, et al. 2002, p. 61, eq 2.33): 2281.898
AIC (GWR book, Fotheringham, et al. 2002, GWR p. 96, eq. 4.22): 2251.637
Residual sum of squares: 12334912903
R-square value: 0.7798434
Adjusted R-square value: 0.7078863

```


3.3 Estimasi Parameter Model GWR

Kab/Kota	B0	B1	B2	B3	B4	B5
Kab. Cilacap	-231624,9	8,135094	3516,18	3070,292	63,40885	-4254,85
Kab. Banyumas	-172204,46	7,822252	2941,828	2200,663	49,19049	-2682,18
Kab. Purbalingga	-197881,81	8,139683	2550,416	2629,245	52,02987	-3267,49
Kab. Banjarnegara	-74157,42	9,521823	1381,801	967,8779	31,91131	-1833,53
Kab. Kebumen	-83207,43	9,482202	1715,572	1089,051	34,55843	-2162,89
Kab. Purworejo	-63301,15	9,80003	1195,551	887,154	29,56779	-2214,32
Kab. Wonosobo	-46157,08	10,060399	966,457	636,5854	25,50026	-1724,66
Kab. Magelang	-47240,47	10,204867	366,6826	779,0875	22,84812	-2338,29
Kab. Boyolali	-52620,32	9,671824	61,15789	877,0362	23,24322	-2227,72
Kab. Klaten	-54051,28	9,481465	201,1796	873,94	25,04377	-2184,79
Kab. Sukoharjo	-55954,56	9,802067	222,8708	921,7128	24,12244	-2437,82
Kab. Wonogiri	-40673,15	9,527377	635,9495	558,7756	24,42743	-1194,61
Kab. Karanganyar	-34941,09	9,620272	402,0369	546,598	22,96226	-1558,05
Kab. Sragen	-25726,9	9,915112	347,9567	418,5687	20,66635	-1398,88
Kab. Grobogan	-70799	10,331427	297,412	1152,155	21,19703	-2615,03
Kab. Blora	-39265,18	9,10297	866,727	249,5532	19,14862	1706,586
Kab. Rembang	-36103,17	9,423737	541,5749	292,5381	18,86914	1068,189
Kab. Pati	-27452,27	9,989692	226,7021	317,1641	17,29785	-32,5484
Kab. Kudus	-46089,02	8,418402	1361,229	164,4628	21,58355	3021,905
Kab. Jepara	-30888,68	10,254944	329,9411	425,3619	18,20471	-797,602
Kab. Demak	-49771,23	10,477996	36,63557	869,2735	19,18473	-2341,44
Kab. Semarang	-73559,79	10,051549	185,5171	1155,371	23,20438	-2284,93
Kab. Temanggung	-55236,12	10,051116	148,0744	889,6416	21,92426	-2048,95
Kab. Kendal	-20785,48	10,354893	704,8721	286,9893	21,98545	-1296,31
Kab. Batang	-36095,26	10,105554	699,006	492,2051	24,2904	-1379,19
Kab. Pekalongan	-50262,14	9,841122	823,7263	663,0395	25,88283	-1402,62
Kab. Pemalang	-84276,67	9,331931	637,0731	1127,409	30,18426	-1439,13
Kab. Tegal	-128760,07	8,743844	704,3176	1744,006	37,30678	-1893,31
Kab. Brebes	-145465,43	8,838003	751,2216	2024,424	39,88702	-2471,58
Kota Magelang	-46770	10,198727	358,2141	742,0467	23,20613	-2075,61
Kota Surakarta	-40120,39	9,422827	113,2986	692,6546	23,73123	-2091,95
Kota Salatiga	-60926,97	10,01301	120,0779	968,1438	21,91212	-2047,27
Kota Semarang	-81160,26	10,187156	310,7649	1336,969	23,56019	-3079,14
Kota Pekalongan	-54750,65	9,802106	694,5323	731,4503	26,71559	-1375,02
Kab. Cilacap	-129679,67	8,752169	565,4541	1775,395	37,86077	-1964,48

3.4 Uji Hipotesis Model GWR

```

*****F test results of GWR calibration*****
---F1 test (Leung et al. 2000)
  F1 statistic Numerator DF Denominator DF  Pr(>)
      0.77572      90.07521          99 0.1107
---F2 test (Leung et al. 2000)
  F2 statistic Numerator DF Denominator DF    Pr(>)
      1.9075      37.7551          99 0.005886 **
---F3 test (Leung et al. 2000)
      F3 statistic Numerator DF Denominator DF    Pr(>)
Intercept      1.84056      48.56685          90.075 0.006276 **
x1              0.75703      38.23931          90.075 0.831140
x2              1.87577      29.27238          90.075 0.012753 *
x3              1.95151      50.26970          90.075 0.002880 **
x4              2.97915      38.46723          90.075 1.128e-05 ***
x5              1.32809      49.15971          90.075 0.121823
---F4 test (GWR book p92)
  F4 statistic Numerator DF Denominator DF  Pr(>)
      0.62199      79.38142          99 0.01443 *

---Significance stars
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
*****
Program stops at: 2016-06-29 17:36:10

```

3.5 Uji Parsial Parameter Model GWR (nilai t-hitung)

Kab/Kota	TV_INTERSEPT	TV_X1	TV_X2	TV_X3	TV_X4	TV_X5
Kab. Cilacap	-3,6218277	5,223191	3,975395	3,562673	6,852313	-2,19461
Kab. Banyumas	-2,4992118	4,507216	3,14937	2,363529	5,148385	-1,31275
Kab. Purbalingga	-2,9132543	4,771905	2,737325	2,902824	5,486261	-1,58721
Kab. Banjarnegara	-1,0455524	5,916864	1,451418	1,057302	3,39855	-0,9522
Kab. Kebumen	-1,317597	6,270737	1,846492	1,30435	3,873017	-1,17744
Kab. Purworejo	-0,9950274	6,121543	1,129325	1,078469	2,925543	-1,12869
Kab. Wonosobo	-0,6587468	6,359198	1,046328	0,690362	2,594683	-0,91065
Kab. Magelang	-0,7189916	6,035263	0,338949	0,914529	1,998674	-1,11751
Kab. Boyolali	-0,6113982	5,125936	0,053236	0,766864	1,772031	-0,94764
Kab. Klaten	-0,6469219	4,759187	0,169399	0,788064	1,793299	-0,9411
Kab. Sukoharjo	-0,777545	5,534072	0,203882	0,968022	2,020225	-1,09846
Kab. Wonogiri	-0,5853225	5,760539	0,636734	0,612724	2,326841	-0,58262
Kab. Karanganyar	-0,4557321	5,42647	0,371732	0,537791	1,96482	-0,69895
Kab. Sragen	-0,3254609	5,71847	0,364875	0,403326	1,8161	-0,65434
Kab. Grobogan	-1,050406	6,283345	0,29881	1,28508	1,924711	-1,24374
Kab. Blora	-0,5712417	5,830326	0,974831	0,273154	1,874746	0,856566
Kab. Rembang	-0,5281684	5,889804	0,591473	0,328509	1,753446	0,543468
Kab. Pati	-0,4173223	6,320097	0,236738	0,368332	1,660392	-0,01691
Kab. Kudus	-0,7390533	5,612453	1,618112	0,198742	2,338792	1,596864
Kab. Jepara	-0,4975097	6,652209	0,366172	0,515465	1,886249	-0,42541
Kab. Demak	-0,7898697	6,50788	0,037675	1,042503	1,880612	-1,11888
Kab. Semarang	-1,1267372	6,213362	0,191845	1,346064	2,204333	-1,10395
Kab. Temanggung	-0,8200215	6,277629	0,141432	0,992116	2,045464	-0,96407
Kab. Kendal	-0,3006778	6,605453	0,780244	0,306284	2,279918	-0,64923
Kab. Batang	-0,533894	6,650477	0,800954	0,537213	2,639172	-0,71166
Kab. Pekalongan	-0,6881516	6,003507	0,763806	0,686155	2,688577	-0,63115
Kab. Pemalang	-1,1703018	5,609011	0,638931	1,180754	3,212024	-0,66608
Kab. Tegal	-1,6838849	4,539473	0,659435	1,726007	3,473662	-0,83238
Kab. Brebes	-2,1263209	5,186304	0,73726	2,262726	4,072315	-1,18975
Kota Magelang	-0,7257517	6,308424	0,334748	0,880579	2,158211	-1,0311
Kota Surakarta	-0,4737732	4,698721	0,095034	0,607469	1,740087	-0,83506
Kota Salatiga	-0,8982577	6,211113	0,11115	1,077308	1,980184	-0,94673
Kota Semarang	-1,197741	6,265589	0,327624	1,460296	2,205863	-1,44733
Kota Pekalongan	-0,8041355	6,346629	0,730728	0,799558	2,940563	-0,68022
Kab. Cilacap	-1,7797703	4,742878	0,530517	1,866535	3,61118	-0,88186

3.6 Output Uji Normalitas Residual

=====

Uji kecocokan Distribusi Normal

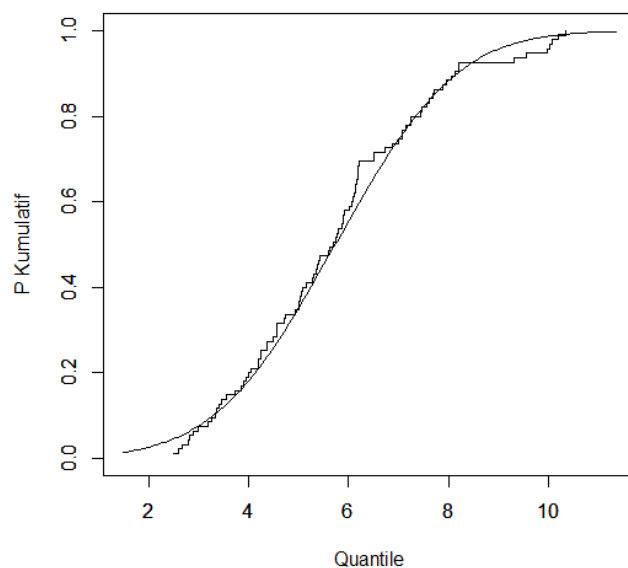
=====

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: x

D = 0.097332, p-value = 0.3291

alternative hypothesis: two-sided



3.7 Output Multikolinieritas Model GWR

=====

Uji Heterogenitas Spatial dengan Uji Breusch-Pagan pada alpha 5%

Respon Tingkat Kemiskinan

=====

Statistik BP = 47.200

Tabel 5 persen = 11.070

P_Value = 0.000

=====

3.8 Output Multikolinieritas Model GWR

Kab/Kota	vif_1	vif_2	vif_3	vif_4	vif_5
Kab. Cilacap	2,936324	1,018920	2,624948	2,823346	1,592299
Kab. Banyumas	3,019841	1,026165	2,709188	2,908491	1,541570
Kab. Purbalingga	2,877180	1,017631	2,854859	2,871812	1,516917
Kab. Banjarnegara	2,784999	1,117746	2,590694	2,508090	1,663260
Kab. Kebumen	2,764104	1,131435	2,581271	2,579583	1,685212
Kab. Purworejo	2,627445	1,185073	2,620993	2,559392	1,658680
Kab. Wonosobo	3,043628	1,206854	2,522546	2,626179	1,704803
Kab. Magelang	2,678242	1,361371	2,830009	2,980279	1,640973
Kab. Boyolali	2,505427	1,344021	2,632599	2,747990	1,604423
Kab. Klaten	2,214406	1,307374	2,294263	2,207345	1,616413
Kab. Sukoharjo	2,449276	1,356174	2,588655	2,674351	1,628716
Kab. Wonogiri	2,543836	1,174882	2,548401	2,238945	1,654407
Kab. Karanganyar	2,517328	1,173795	2,649706	2,312647	1,615608
Kab. Sragen	2,624297	1,103953	2,560247	2,273763	1,625240
Kab. Grobogan	5,270826	1,155240	3,059069	3,129507	2,086999
Kab. Blora	2,816011	1,045894	2,245059	1,958507	1,528545
Kab. Rembang	2,846763	1,042577	2,213027	1,915681	1,570743
Kab. Pati	2,983979	1,044437	2,265499	1,983168	1,617052
Kab. Kudus	2,794949	1,049639	2,299178	2,036985	1,547451
Kab. Jepara	3,299055	1,031474	2,353850	2,083321	1,693620
Kab. Demak	4,068146	1,033695	2,691762	2,418392	1,757854
Kab. Semarang	4,301232	1,138479	2,905810	3,026821	1,881790
Kab. Temanggung	3,356694	1,188011	2,892648	3,210430	1,712497
Kab. Kendal	3,970747	1,115495	2,553530	2,693051	1,724072
Kab. Batang	3,505031	1,095307	2,567076	2,668189	1,667502
Kab. Pekalongan	3,028520	1,114708	2,967041	3,005691	1,628287
Kab. Pemasang	2,825762	1,069360	3,263193	3,068538	1,559553
Kab. Tegal	2,590718	1,047860	3,783648	3,290131	1,437311
Kab. Brebes	2,609043	1,018914	3,734929	3,160006	1,486383
Kota Magelang	2,973928	1,443336	3,013434	3,395058	1,676025
Kota Surakarta	2,466027	1,328691	2,956892	2,567752	1,548765
Kota Salatiga	3,461325	1,276245	3,113277	3,699483	1,752967
Kota Semarang	5,961414	1,095816	3,071191	3,044024	2,135746
Kota Pekalongan	3,172903	1,094926	2,937100	3,023405	1,637775
Kab. Cilacap	2,534783	1,059531	3,871888	3,299482	1,425485

Lampiran 4. Output Model MGWR: Estimasi Parameter Model MGWR

No	Intersep			Koefien Parameter		
	B ₀	t Hitung	p-value	B ₁	t Hitung	p-value
1	-435223,153	-7,538	1,33E-11	5412,24213	6,683	7,66E-10
2	-364741,632	-6,318	4,14E-09	4598,220023	5,678	7,24E-08
3	-393597,309	-6,817	4,09E-10	4970,125461	6,137	9,39E-09
4	-325053,728	-5,630	8,92E-08	4178,674739	5,160	6,64E-07
5	-324751,465	-5,625	9,12E-08	4136,217429	5,108	8,27E-07
6	-314669,293	-5,450	1,94E-07	4026,177948	4,972	1,45E-06
7	-331500,299	-5,742	5,47E-08	4275,637651	5,280	4,02E-07
8	-325838,333	-5,644	8,41E-08	4190,628448	5,175	6,25E-07
9	-322964,712	-5,594	1,04E-07	4154,798841	5,131	7,51E-07
10	-305277,888	-5,288	3,88E-07	3924,694281	4,846	2,41E-06
11	-320606,278	-5,553	1,25E-07	4121,10504	5,089	8,93E-07
12	-287705,340	-4,983	1,38E-06	3691,413247	4,558	7,59E-06
13	-301947,598	-5,230	4,95E-07	3885,678749	4,798	2,93E-06
14	-314616,677	-5,449	1,95E-07	4067,779247	5,023	1,17E-06
15	-425430,068	-7,369	3,00E-11	5513,32355	6,808	4,27E-10
16	-302241,759	-5,235	4,85E-07	3951,743391	4,880	2,11E-06
17	-328048,751	-5,682	7,11E-08	4345,403868	5,366	2,79E-07
18	-340333,156	-5,895	2,78E-08	4491,303144	5,546	1,29E-07
19	-288215,732	-4,992	1,33E-06	3785,92775	4,675	4,80E-06
20	-288215,732	-4,992	1,33E-06	3785,92775	4,675	4,80E-06
21	-412444,970	-7,144	8,76E-11	5364,691613	6,625	1,01E-09
22	-427152,006	-7,399	2,60E-11	5473,391132	6,759	5,38E-10
23	-402217,763	-6,967	2,03E-10	5120,668547	6,323	4,03E-09
24	-384165,126	-6,654	8,77E-10	4965,741344	6,132	9,62E-09
25	-375894,923	-6,511	1,70E-09	4865,201846	6,008	1,68E-08
26	-362115,075	-6,272	5,09E-09	4666,19576	5,762	5,01E-08
27	-343061,992	-5,942	2,25E-08	4403,480037	5,438	2,05E-07
28	-372537,886	-6,453	2,23E-09	4795,092401	5,921	2,48E-08
29	-349174,268	-6,048	1,40E-08	4486,507936	5,540	1,32E-07
30	-383903,538	-6,650	8,96E-10	4841,402758	5,978	1,92E-08
31	-335300,100	-5,808	4,09E-08	4243,713974	5,240	4,74E-07
32	-418348,387	-7,246	5,38E-11	5282,868612	6,523	1,61E-09
33	-469923,720	-8,140	7,18E-13	6035,802535	7,453	2,00E-11
34	-364778,324	-6,318	4,12E-09	4682,99968	5,783	4,57E-08
35	-384348,257	-6,657	8,64E-10	4946,223677	6,108	1,07E-08

No	Koefisien Parameter			Koefisien Parameter		
	B ₂	t Hitung	p-value	B ₃	t Hitung	p-value
1	3199,892689	3,648	0,000214657	83,780	10,363	0
2	2293,930737	2,615	0,005176805	69,543	8,602	7,43E-14
3	2343,657106	2,672	0,004429586	73,054	9,036	8,77E-15
4	1229,798815	1,402	0,082057779	62,763	7,763	4,48E-12
5	1540,732658	1,757	0,041089182	64,401	7,966	1,67E-12
6	1248,243625	1,423	0,078972639	62,838	7,773	4,28E-12
7	1010,325311	1,152	0,126118989	63,670	7,875	2,60E-12
8	958,2446628	1,092	0,1386768	63,394	7,841	3,07E-12
9	916,1041876	1,044	0,149451932	63,969	7,912	2,17E-12
10	1014,484835	1,157	0,125151905	60,805	7,521	1,44E-11
11	978,9495006	1,116	0,133584432	63,196	7,817	3,45E-12
12	1218,425153	1,389	0,08400564	58,986	7,296	4,24E-11
13	1029,487496	1,174	0,121707544	61,014	7,547	1,27E-11
14	845,2301021	0,964	0,16882408	62,357	7,713	5,71E-12
15	681,4833077	0,777	0,219548573	73,848	9,134	5,33E-15
16	1051,048164	1,198	0,116876892	53,856	6,662	8,47E-10
17	309,8152772	0,353	0,362350044	56,542	6,994	1,78E-10
18	223,8487355	0,255	0,399554367	59,164	7,318	3,82E-11
19	1519,923263	1,733	0,043166405	47,090	5,825	3,80E-08
20	1519,923263	1,733	0,043166405	47,090	5,825	3,80E-08
21	220,6550956	0,252	0,400956927	73,194	9,053	7,99E-15
22	976,5290711	1,113	0,134172907	77,918	9,638	4,44E-16
23	1143,051584	1,303	0,097814581	77,813	9,625	4,44E-16
24	872,4039221	0,995	0,161210888	70,957	8,777	3,14E-14
25	873,8223793	0,996	0,160819829	69,202	8,560	9,14E-14
26	1095,946897	1,249	0,107263769	67,308	8,325	2,89E-13
27	1337,866859	1,525	0,065237111	64,359	7,961	1,72E-12
28	1350,768257	1,540	0,063425041	66,010	8,165	6,34E-13
29	1448,182686	1,651	0,050996801	63,312	7,831	3,22E-12
30	1609,531768	1,835	0,0347999	77,138	9,541	6,66E-16
31	1338,866087	1,526	0,065095322	70,530	8,724	4,07E-14
32	1627,395378	1,855	0,033304988	80,497	9,957	1,11E-16
33	1046,581737	1,193	0,117866085	81,228	10,047	1,11E-16
34	1287,658889	1,468	0,072679838	68,543	8,478	1,37E-13
35	1362,188473	1,553	0,061854424	67,838	8,391	2,09E-13

Lampiran 5. Output *Mixed* GWR: Estimasi Parameter Model *Mixed* GWR

Analisis Model MGWR					
Tanggal Analisis :19-Jul-2016 16:49:11					
Pembobot	= Eksponensial				
R_squared	= 0.7691				
Rbar-squared	= 0.7559				
AIC	= 2248.1171				
MSE	= 104125448.8463				
AIC ols	= 2283.7743				
MSE ols	= 148290001.1226				
Uji Kesesuaian Model MGWR dengan Statistik uji F1					
Source	SS	df	MS	F1	P
Improvement	3376958727.8635	8.0134	421411349.2852	4.0472	0.0000
MGWR	9474015369.8528	90.9866	104125448.8463		
Regresi	12850974097.7163	99.0000			
Uji Serentak Parameter Global MGWR dengan Statistik uji F2					
Source	SS	df	MS	F2	P
Improvement	2726927738.4003	1.6118	1691843449.4384	16.2481	0.0000
MGWR	9474015369.8528	90.9866	104125448.8463		
Reduced	12200943108.2531	92.5984			
Uji Serentak Parameter Lokal MGWR dengan Statistik uji F3					
Source	SS	df	MS	F3	P
Improvement	6857902386.8646	12.0134	570852041.1148	5.4823	0.0000
MGWR	9474015369.8528	90.9866	104125448.8463		
Reduced	16331917756.7174	103.0000			
Ringkasan Statistik Parameter Global					
Koefisien	Beta	tStat	P_val		
β_1	8.9325	5.8245	0.0000		
β_2	-923.0569	-0.5743	0.2835		
Ringkasan Statistik Parameter Lokal					
Koefisien	Min	Max	Mean	Range	StdV
β_0	-469923.7202	-287705.3402	-355038.4354	182218.3800	46846.8603
β_1	3691.4132	6035.8025	4562.3144	2344.3893	579.8865
β_2	220.6551	3199.8927	1220.7142	2979.2376	564.0808
β_3	47.0902	83.7797	66.4917	36.6895	8.6072

Lampiran 6. Sintaks Program *Mixed* GWR

%Menginputkan data variabel independen dan variabel dependen

```
Data=xlsread('datafix.xls');
Datam=xlsread('m.xls');
y = Data(:,1);%Respon PDRB
nobs = length(y);%Jumlah Pengamatan
x1= Data(:,2);
x2= Data(:,3);
x3= Data(:,4);
x4= Data(:,5);
x5= Data(:,6);
x1 = [ones(nobs,1) (Data(:,3:5))];%Mendefinisikan variabel lokal MGWR
xg=[x1,x5];%Mendefinisikan variabel global MGWR
x = [x1 xg];
[n ng] = size(xg);
[n nl] = size(x1);
[nobs nvar] = size(x);
beta_l= Data(:,11:14);%Menginputkan nilai Betalokal hasil dari perhitungan excel
Sl = Data(:,16:120);%Menginputkan hasil Matriks Proyeksi Lokal
M = Datam(:,1:105);%Menginputkan M untuk menghit. matriks covar MGWR (M*M')
```

```
I = eye(n);
Sg = xg*inv(xg'*xg)*xg';
beta_g = inv(xg'*(I-Sl)'*(I-Sl)*xg)*xg'*(I-Sl)'*(I-Sl)*y;
G = (inv(xg'*(I-Sl)'*(I-Sl)*xg))*(xg'*(I-Sl)'*(I-Sl));
```

% Menghitung nilai prediksi y

```
yhat = Sl*y + (eye(n) - Sl)*xg*beta_g; %menghitung prediksi y(i)
resid = y - yhat;
S = Sl + (I-Sl)*xg*inv(xg'*(I-Sl)'*(I-Sl)*xg)*xg'*(I-Sl)'*(I-Sl);
```

% fill-in result structure

```
result.meth = 'MGWR';
result.nobs = nobs;
result.var_global = ng;
result.var_lokal = nl;
result.nvar= nvar;
result.dtype = 'Eksponensial';
result.beta_g = beta_g;
result.beta_l = beta_l;
result.Sl = Sl;
result.Sg = Sg;
result.S = S;
result.G = G;
result.y = y;
result.yhat = yhat;
```

% compute residuals and conventional r-squared

```
result.resid = resid;
sigu = result.resid'*result.resid;
ym = y - mean(y);
rsqr1 = sigu;
rsqr2 = ym'*ym;
result.rsqr = 1.0 - rsqr1/rsqr2; % r-squared
rsqr1 = rsqr1/(nobs-ng-nl);
rsqr2 = rsqr2/(nobs-1.0);
result.rbar = 1 - (rsqr1/rsqr2); % rbar-squared
```

```

% Menghitung Statistik Uji (Mei et al. 2006)
% Perbandingan MGWR dan OLS (H0 : OLS)
error = result.resid;
S0 = x*inv(x'*x)*x';RSS_H0=y*(I-S0)*(I-S0)*y;%OLS
S1 = result.S;%MGWR
I = eye(nobs);
R0 = (I-S0)*(I-S0);
R1 = (I-S1)*(I-S1);
v1 = trace(R0-R1);
v2 = trace((R0-R1)^2);
d1 = trace(R1);
d2 = trace(R1^2);
DSS1 = y'*(R0-R1)*y;
F1hit = (y'*(R0-R1)*y/v1)/(y'*R1*y/d1);
p_val1 = 1-fcdf(F1hit,v1^2/v2,d1^2/d2);
% Cetak Statistik F1
result.F1stat.DSS = DSS1;
result.F1stat.df1 = v1;
result.F1stat.SSMGWR = y'*R1*y;
result.F1stat.df2 = d1;
result.F1stat.SSOLS = RSS_H0;
result.F1stat.F = F1hit;
result.F1stat.pval = p_val1;

% Uji Serentak untuk koefisien variabel global
S0 = result.Sl;RSS_H0_g=y*(I-S0)*(I-S0)*y;%reduced MGWR
S1 = result.S; %full MGWR
I = eye(nobs);
R0 = (I-S0)*(I-S0);dg = trace(R0);
R1 = (I-S1)*(I-S1);
r1 = trace(R0-R1);
r2 = trace((R0-R1)^2);
d1 = trace(R1);
d2 = trace(R1^2);
DSS2 = y'*(R0-R1)*y;
F2hit = (y'*(R0-R1)*y/r1)/(y'*R1*y/d1);
p_val2 = 1-fcdf(F2hit,r1^2/r2,d1^2/d2);
% Cetak Statistik F2
result.F2stat.DSS = DSS2;
result.F2stat.df1 = r1;
result.F2stat.SSMGWR = y'*R1*y;
result.F2stat.df2 = d1;
result.F2stat.SSReduced = RSS_H0_g;
result.F2stat.df_g = dg;
result.F2stat.F = F2hit;
result.F2stat.pval = p_val2;

% Uji Serentak untuk koefisien variabel lokal
S0 = result.Sg;RSS_H0_l=y*(I-S0)*(I-S0)*y;%reduced MGWR
S1 = result.S; %full MGWR
I = eye(nobs);
R0 = (I-S0)*(I-S0);d1 = trace(R0);
R1 = (I-S1)*(I-S1);
t1 = trace(R0-R1);
t2 = trace((R0-R1)^2);
d1 = trace(R1);
d2 = trace(R1^2);
DSS3 = y'*(R0-R1)*y;
F3hit = (y'*(R0-R1)*y/t1)/(y'*R1*y/d1);

```

```

p_val3 = 1-fcdf(F3hit,t1^2/t2,d1^2/d2);
% Cetak Statistik F2
result.F3stat.DSS = DSS3;
result.F3stat.dfl = t1;
result.F3stat.SSMGWR = y'*R1*y;
result.F3stat.df2 = d1;
result.F3stat.SSReduced = RSS_H0_1;
result.F3stat.df_1 = d1;
result.F3stat.F = F3hit;
result.F3stat.pval = p_val3;
% Menghitung AIC Model MGWR
RSS_H1 = y'*(I-S)*(I-S)*y;
A = (I-S)*(I-S);
delta1 = trace(A);
delta2 = trace(A^2);
sigma_2 = RSS_H1/delta1;
%sigma = sqrt(sigma_2);
sigma = sqrt(RSS_H1/nobs);
AIC = 2*nobs*log(sigma) + nobs*log(2*pi) + nobs*((nobs+trace(S))/(nobs-2-trace(S)));
result.AIC = AIC;

% Menghitung MSE
mse = RSS_H1/trace((I-S)*(I-S));
result.mse = mse;

% Menghitung Statistik Uji t variabel global
g = G*G';
for k = 1:ng
    tg(k,1) = result.beta_g(k)/sqrt(sigma_2*g(k,k));
    sig_tg(k,1) = 1-tcdf(abs(tg(k)),delta1^2/delta2);
end;
result.tg_stat.t = tg;
result.tg_stat.pval = sig_tg;

% Menghitung Statistik Uji t variabel lokal
for iter = 1:n
    m = M*M';
    for k = 1:nl
        tl(iter,k) = result.beta_l(iter,k)/sqrt(sigma_2*m(k,k));
        sig_tl(iter,k) = 1-tcdf(abs(tl(iter,k)),delta1^2/delta2);
    end;
end;
result.tl_stat.t = tl;
result.tl_stat.pval = sig_tl;
%=====
% Program : Aplikasi MGWR pada data PDBR Jawa Tengah
%-----

% Memanggil data dari file MS Excel
clear all;
clc;
Data=xlsread('datafix.xls');
y = Data(:,1);%Respon PDRB
nobs = length(y);
x1= Data(:,2);
x2= Data(:,3);
x3= Data(:,4);
x4= Data(:,5);
x5= Data(:,6);

```

```

xl = [ones(nobs,1) (Data(:,3:5))];
xg=[x1,x5];
x= [x1 xg];
tic;res_ols = regstats(y,x);toc; %Regresi Global (OLS)

% Menghitung AIC Model OLS
sigma_2 = res_ols.mse;
RSS = res_ols.fstat.sse;
H = res_ols.hatmat;
sigma = sqrt(RSS/nobs);
res_ols.AIC = 2*nobs*log(sigma) + nobs*log(2*pi) + nobs*((nobs+trace(H))/(nobs-2-trace(H)));

x = [x1 xg];
[n ng] = size(xg);
[n nl] = size(x1);
[nobs nvar] = size(x);
north = Data(:,8);
east = Data(:,7);

tic; res_mgwr = mgwr(y,xg,x1,east,north,info); toc;%Model MGWR
tanggal = datestr(now);

% ===== MENCETAK OUTPUT KE WINDOW UTAMA =====
fprintf('\n')
disp('=====');
fprintf('          Analisis Model MGWR          \n');
disp('=====');
fprintf('Tanggal Analisis   :%14s\n',tanggal);
fprintf('\n')
fprintf('Pembobot      = %12s \n',res_mgwr.dtype);
fprintf('R_squared     = %12.4f \n',res_mgwr.rsqr);
fprintf('Rbar_squared  = %12.4f \n',res_mgwr.rbar);
fprintf('AIC           = %12.4f \n',res_mgwr.AIC);
fprintf('MSE          = %12.4f \n',res_mgwr.mse);
fprintf('Rsquared_ols  = %12.4f \n',res_ols.rsquare);
fprintf('AIC ols       = %12.4f \n',res_ols.AIC);
fprintf('MSE ols       = %12.4f \n',res_ols.mse);
disp('-----');

fprintf('\n')
fprintf('    Uji Kesesuaian Model MGWR dengan Statistik uji F1    \n');
disp('=====');
fprintf('\n')
fprintf('%12s','Source');
fprintf('%10s','SS','df','MS','F1','P');
fprintf('\n')

fprintf('%12s','Improvement');
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F1stat.DSS,res_mgwr.F1stat.df1);
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F1stat.DSS/res_mgwr.F1stat.df1);
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F1stat.F,res_mgwr.F1stat.pval);
fprintf('\n')

fprintf('%12s','MGWR');
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F1stat.SSMGWR,res_mgwr.F1stat.df2);
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F1stat.SSMGWR/res_mgwr.F1stat.df2);
fprintf('\n')

fprintf('%12s','Regresi');

```

```

fprintf('%10.4f',res_mgwr.F1stat.SSOLS,res_mgwr.nobs-res_mgwr.nvar);
fprintf('\n')
disp('-----');

fprintf('\n')
fprintf(' Uji Serentak Parameter Global MGWR dengan Statistik uji F2 \n');
disp('=====');
fprintf('\n')
fprintf('%12s','Source');
fprintf('%10s','SS','df','MS','F2','P');
fprintf('\n')

fprintf('%12s','Improvement');
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F2stat.DSS,res_mgwr.F2stat.df1);
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F2stat.DSS/res_mgwr.F2stat.df1);
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F2stat.F,res_mgwr.F2stat.pval);
fprintf('\n')

fprintf('%12s','MGWR');
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F2stat.SSMGWR,res_mgwr.F2stat.df2);
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F2stat.SSMGWR/res_mgwr.F2stat.df2);
fprintf('\n')

fprintf('%12s','Reduced');
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F2stat.SSReduced,res_mgwr.F2stat.df_g);
fprintf('\n')
disp('-----');

fprintf('\n')
fprintf(' Uji Serentak Parameter Lokal MGWR dengan Statistik uji F3 \n');
disp('=====');
fprintf('\n')
fprintf('%12s','Source');
fprintf('%10s','SS','df','MS','F3','P');
fprintf('\n')

fprintf('%12s','Improvement');
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F3stat.DSS,res_mgwr.F3stat.df1);
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F3stat.DSS/res_mgwr.F3stat.df1);
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F3stat.F,res_mgwr.F3stat.pval);
fprintf('\n')

fprintf('%12s','MGWR');
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F3stat.SSMGWR,res_mgwr.F3stat.df2);
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F3stat.SSMGWR/res_mgwr.F3stat.df2);
fprintf('\n')

fprintf('%12s','Reduced');
fprintf('%10.4f',res_mgwr.F3stat.SSReduced,res_mgwr.F3stat.df_1);
fprintf('\n')
disp('-----');
fprintf('\n')
fprintf('          Ringkasan Statistik Parameter Global          \n');
disp('=====');
fprintf('\n')
fprintf('%10s','Variabel','Beta','tStat','P_val');
fprintf('\n')
for k = 1:res_mgwr.var_global
    fprintf('%10s',num2str(k));

```

```

fprintf('%10.4f',res_mgwr.beta_g(k,1),res_mgwr.tg_stat.t(k,1));
fprintf('%10.4f',res_mgwr.tg_stat.pval(k,1));
fprintf('\n')
end;
disp('-----');
fprintf('\n')
fprintf('          Ringkasan Statistik Parameter Lokal          \n');
disp('=====');
fprintf('\n')
fprintf('%10s','Variabel','Min','Max','Mean','Range','StdV');
fprintf('\n')
for k = 1:res_mgwr.var_lokal
    fprintf('%10s',num2str(k));
    fprintf('%10.4f',min(res_mgwr.beta_l(:,k)),max(res_mgwr.beta_l(:,k)));
    fprintf('%10.4f',mean(res_mgwr.beta_l(:,k)),range(res_mgwr.beta_l(:,k)));
    fprintf('%10.4f',std(res_mgwr.beta_l(:,k)));
    fprintf('\n')
end;
disp('-----');

```